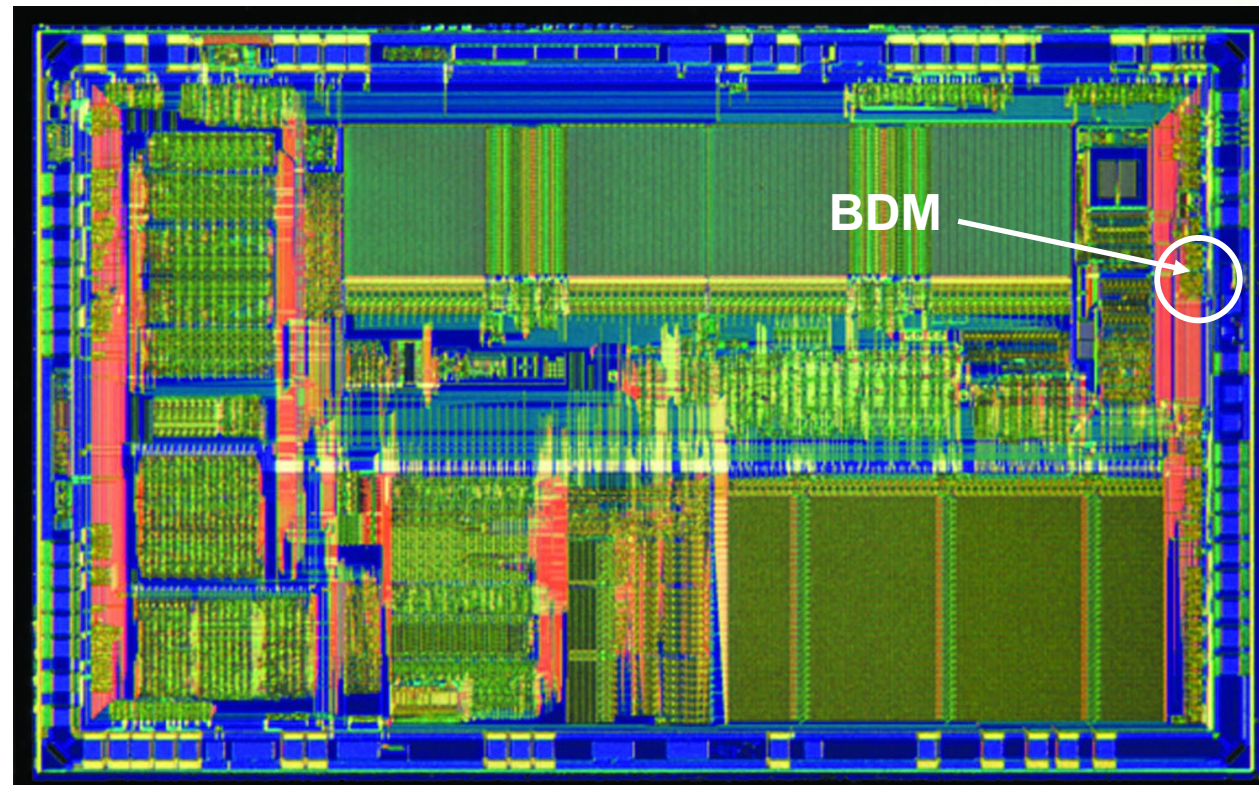


MPLAB® ICD2 для продвинутых пользователей

Основы функционирования MPLAB® ICD2

Основы функционирования MPLAB® ICD2

- В основе работы ICD2 лежит аппаратный модуль теневой отладки - **Background Debug Module (BDM)** реализованный на кристалле микроконтроллера



Основы функционирования MPLAB® ICD2

- Модуль **BDM** обеспечивает специальное немаскируемое прерывание, недоступное пользователю, возникающее при следующих отладочных событиях:
 - Внешний останов
 - Точка останова
 - Пошаговое выполнение
- Ядро контроллера работает в нормальном режиме до тех пор, пока не произойдет одно из отладочных событий

Основы функционирования MPLAB® ICD2

- В момент возникновения одного из отладочных событий, модулем BDM генерируется немаскируемое прерывание
 - Вектор прерывания может быть расположен в памяти программ, доступной пользователю
 - Режим в который переходит ядро назовем **INBUG mode**, в отличие от **USER mode** (обычного режима работы)
- MPLAB® ICD 2 записывает в память программ обработчик отладочного прерывания, называемый **Debug Executive (DE)**.

Основы функционирования MPLAB® ICD2

- Обработчик отладочного прерывания **DE** выполняет команды MPLAB® ICD2 до тех пор, пока управление не будет возвращено ядру контроллера.
 - Набор команд ICD2 в режиме **INBUG mode**:
 - Чтение/запись регистра
 - Выполнение одиночного шага
 - Возвращение управления ядру контроллера (переход в **USER mode**)
- Обработчик прерывания **DE** требует для работы часть пользовательских ресурсов

Основы функционирования MPLAB® ICD2

- Обмен обработчика прерывания DE и MPLAB® ICD 2 осуществляется по последовательному интерфейсу с использованием линий ICDC и ICDD.
 - Линии обмена так же обозначаются PGC-PGD и как правило физически мультиплексированы с выводами RB6-RB7.
 - Обычно эти же линии используются для внутрисхемного программирования.
 - Обработчик DE осуществляет низкоуровневый обмен по линиям ICDC и ICDD.
 - Не используйте выводы RB6-RB7 в пользовательском приложении, так как вызовет немаскируемое прерывание модуля BDM

Основы функционирования MPLAB® ICD2

- Когда ядро контроллера находится в режиме **INBUG mode**, некоторые регистры специального назначения становятся доступны ядру.
 - Эти регистры необходимы для:
 - Определения причины прерывания
 - Пошагового выполнения
 - Управления линиями ICDC и ICDD
 - Эти регистры могут располагаться по адресам, используемым в пользовательском режиме **USER mode**

Основы функционирования MPLAB® ICD2

- Протокол обмена MPLAB® ICD2 и обработчика прерывания DE является протоколом типа «ведущий-ведомый»
 - MPLAB IDE инициирует обмен данными с MPLAB ICD2.
 - MPLAB ICD2 инициирует обмен данными с обработчиком прерывания DE.
 - Реализация более сложных асинхронных системы обмена потребовала бы больше пользовательских ресурсов.

Основы функционирования MPLAB® ICD2

- MPLAB® ICD2 обеспечивает внутрисхемную отладку высочайшего класса
 - Используется целевой контроллер с целевым окружением
 - Реальная схема питания, реальная схема тактирования, реальные временные параметры
 - Возможностей MPLAB® ICD2 достаточно для разработки большинства приложений

Особенности MPLAB® ICD2

Особенности MPLAB® ICD2: работа в различных режимах

Особенности MPLAB® ICD2: работа в различных режимах

- С точки зрения MPLAB® ICD 2 целевой микроконтроллер может находиться в одном из трех режимов:
 - Сброс (**RESET**): $MCLR = V_{il}$
 - Внутрисхемное программирование (**ICSP**): $MCLR = V_{pp}$
 - Пользовательский (**USER**): $MCLR = V_{dd}$ (пользовательский код)
 - Режим отладки (**INBUG**): $MCLR = V_{dd}$ (обработчик **DE**)
- Сброс является состоянием по умолчанию. MPLAB ICD2 переведет контроллер в состояние сброса в случае возникновения каких либо проблем

Особенности MPLAB® ICD2: работа в различных режимах

- MPLAB® ICD2 имеет доступ (чтение и запись) только к определенным областям памяти в каждом из четырех режимов.

	Program	File Reg	EEDATA	Config
RESET	-	-	-	-
ICSP	X	-	X	X
USER	-	-	-	-
INBUG	-	X	-	-

Особенности MPLAB® ICD2: работа в различных режимах

- Попытка доступа к области памяти, запрещенной для текущего режима вызовет ошибку:
 - ICD0157: Attempted target memory access using an invalid type and mode combination. (Mem = %s) (Mode = %s) (Type = %s)
- Обработчик **DE** может получать доступ к памяти программ, но при этом он будет занимать больше программной памяти
- Переключение режимов всегда осуществляется через режим сброса

Особенности MPLAB® ICD2: ТОЧКИ ОСТАНОВА

Особенности MPLAB® ICD2: точки останова

- MPLAB® ICD2 устанавливает точку останова путем записи адреса памяти программ в регистр специального назначения, доступный только в режиме **INBUG**.
- Во время работы ядра в пользовательском режиме, модуль **BDM** сравнивает текущий адрес памяти программ с целевым адресом. При совпадении генерируется немаскируемое отладочное прерывание.
- Ядро микроконтроллера задерживает переход на вектор отладочного прерывания до тех пор пока текущая инструкция не закончит выполнение.

Особенности MPLAB® ICD2: точки останова

- Счетчик памяти программ (**PC**) после перехода на обработчик отладочного прерывания будет содержать адрес следующей инструкции
 - **PC** 16-битных контроллеров dsPIC/PIC24 доступный в обработчике отладочного прерывания будет содержать адрес $PCh+2$, где PCh – инструкция которая вызвала отладочное прерывание по точке останова
 - Установка точки останова на двухсловной инструкции вызовет пропуск 2-х инструкций. После перехода на вектор отладочного прерывания $PC = PCh + 3$.
 - Установка точки останова на инструкции перехода не вызовет отладочного прерывания. Использование инструкции NOP может помочь решить эту проблему.

Особенности MPLAB® ICD2: точки останова

- Переход на вектор отладочного прерывания по точке останова в режиме Animate не вызывает пропуск инструкций.
 - Режим Animate – автоматическое пошаговое выполнение.
 - MPLAB® IDE сравнивает текущий адрес с адресом точки останова **до** выполнения инструкции.
- Различные семейства микроконтроллеров имеют разное допустимое число точек останова (ТО):
 - Baseline and Mid-Range 1 ТО
 - PIC18F 1 или 3 ТО
 - dsPIC/PIC24 1, 2 или 4 ТО

Особенности MPLAB® ICD2: точки останова

- Количество доступных точек останова определяет возможность выполнения операции Step-Over («перешагнуть»)
- MPLAB® IDE временно использует свободную точку останова для перехода на адрес следующий за пропускаемой функцией.
- Если при выполнении операции Step-Over свободная точка останова отсутствует, MPLAB IDE переключается в режим *Animate* до того момента пока пропускаемая функция не будет выполнена

Особенности MPLAB® ICD2: регистры

Особенности MPLAB® ICD2: регистры

- Для обновления значения регистров, отображаемых в MPLAB® IDE, MPLAB ICD2 должен выполнить операцию чтения памяти данных при каждом входе в обработчик отладочного прерывания
 - Операция чтения одного регистра выполняется за определенное время.
 - Таким образом, чем больше данных (регистров общего назначения, регистров специального назначения) отображается в среде MPLAB IDE тем больше времени потребуется для обновления информации.
 - Рекомендуется использовать Watch Window вместо отображения панелей File Register и SFR.

Особенности MPLAB® ICD2: регистры

- MPLAB® ICD2 не разделяет регистры общего назначения и регистры специального назначения.
 - Чтение и запись регистров специального назначения может привести к нежелательным последствиям
 - Например, чтение регистров косвенной адресации может вызывать инкремент указателя (POSTINC)...
 - ...поэтому отображение регистров косвенной адресации в окнах Watch, File Register, или SFR может привести к тому, что при каждом переходе по вектору отладочного прерывания информация в указателях будет изменяться.

Особенности MPLAB® ICD2: регистры

- Замечание: чтение регистров косвенной адресации приводит к нежелательным, но предсказуемым последствиям, поэтому MPLAB® ICD2 пропускает запрос на чтение этих регистров.
- Однако чтение и запись других регистров специального назначения так же может привести к непредсказуемым для работы программы последствиям.
 - Например, чтение регистра RCREC – эта операция сбрасывает флаг прерывания приемника USART.
 - Рекомендуется перемещение значения регистра SFR в регистр общего назначения, с последующим его отображением в окне Watch.

Расширенные точки останова

Расширенные точки останова

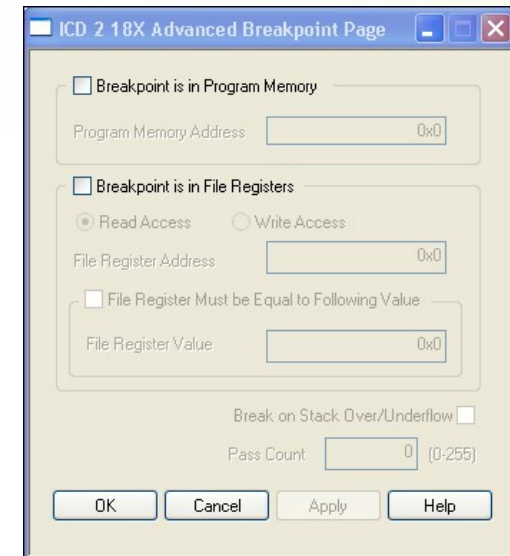
- Microchip постоянно расширяет возможности, предоставляемые модулем **BDE**
- Новейшие контроллеры имеют не только простейшие точки останова по совпадению программного счетчика с заданным адресом
- Возможности, предоставляемые BDE зависят от семейства отлаживаемого контроллера
- Доступ к установке расширенных точек останова (**Advanced Breakpoints**) обеспечивается в меню Debug среды MPLAB IDE

Расширенные точки останова

- Семейства PIC10F, PIC12F и PIC16F имеют только одну простую точку останова
- Дополнительные расширенные точки останова отсутствуют

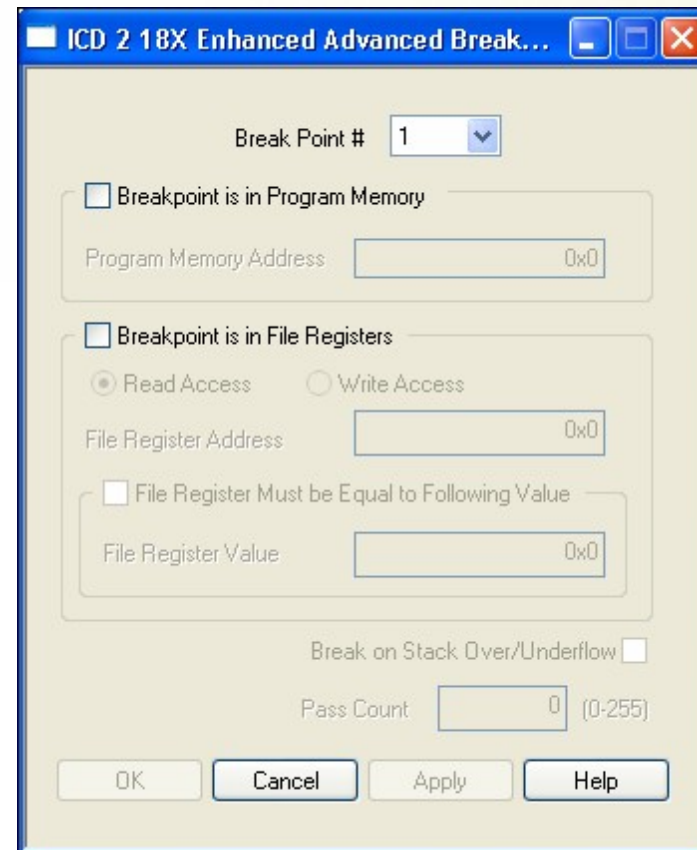
Расширенные точки останова

- Контроллеры PIC18F имеют только одну расширенную точку останова
 - Останов по совпадению данных
 - Пропуск
 - *Останов по ошибке стека*



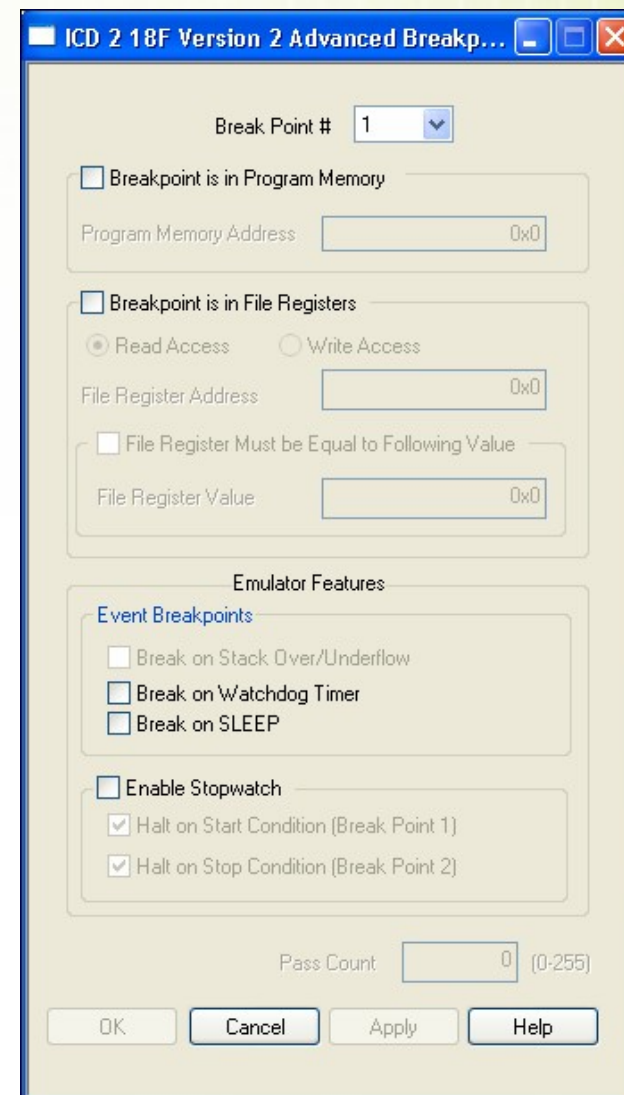
Расширенные точки останова

- Семейство PIC18F Extended имеет три расширенных точки останова



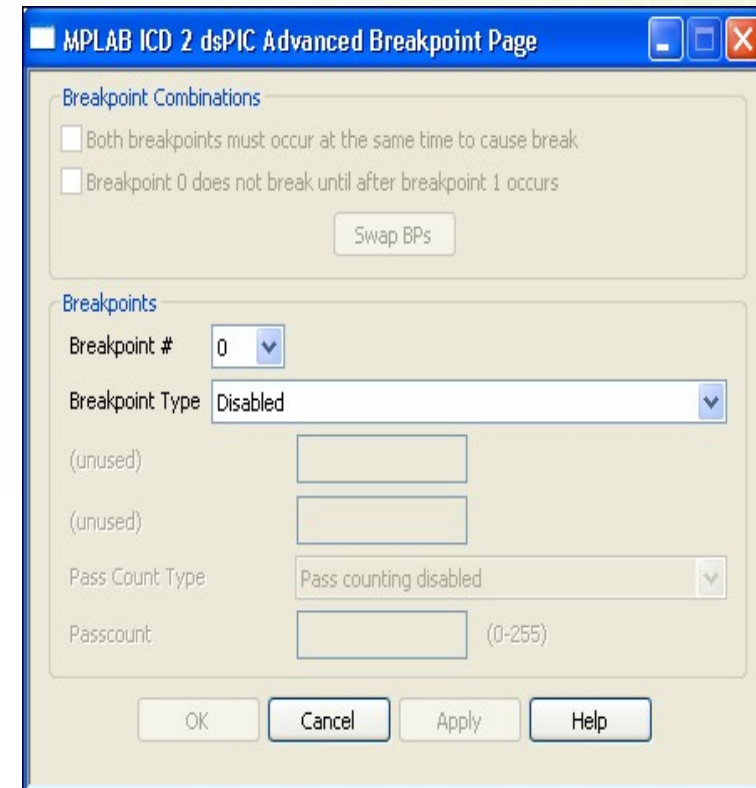
Расширенные точки останова

- Семейство PIC18F “J” имеет еще больше возможностей
 - Остановка по срабатыванию сторожевого таймера
 - Остановка по вхождению в SLEEP
 - Аппаратный счетчик циклов Stopwatch
 - *Отображение данных в реальном времени*



Расширенные точки останова

- Контроллеры 16-битных семейств dsPIC30F, dsPIC33F, PIC24 имеют дополнительные возможности Комбинационный останов



Внутреннее устройство

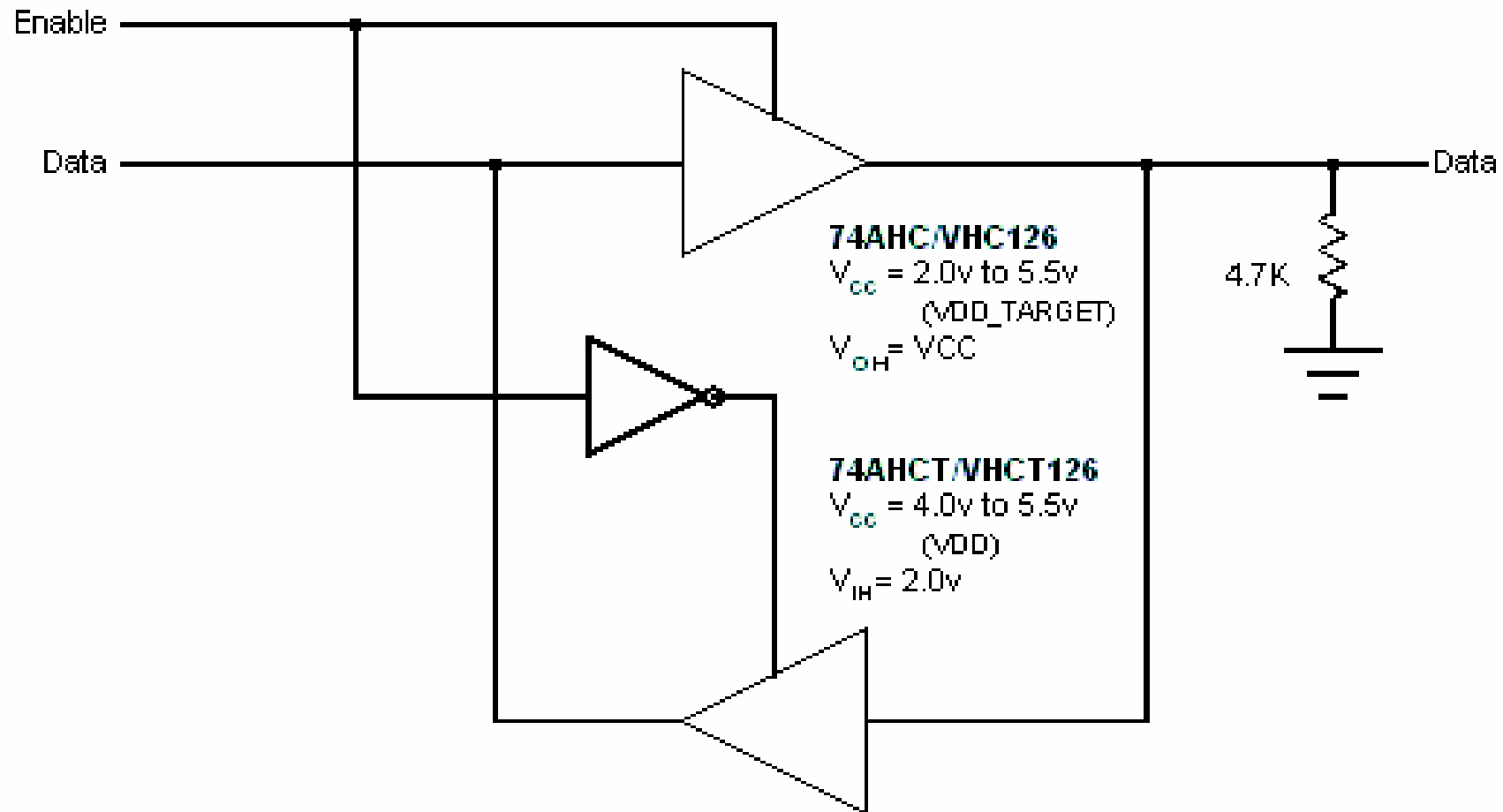
Внутреннее устройство

- Драйверы линий тактирования и данных
- Драйвер сигнала MCLR
- Драйвер питания устройства

Внутреннее устройство: драйверы линий тактирования и данных

- Для работы с уровнями от 2 до 5 В используется конвертер уровней
- Двухнаправленный буфер
- Подтягивающий резистор на GND на стороне целевого устройства
 - Это необходимо иметь в виду при разработке схемы подключения ICD2 к целевому устройству

Внутреннее устройство: драйверы линий тактирования и данных



Внутреннее устройство: драйверы линий тактирования и данных

- Характеристики буферов

74AHC/VHC126 DC Characteristics

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V _{CC}	DC Supply Voltage		2.0	5.0	5.5	V
V _{IH}	HIGH-level input voltage	V _{CC} =2.0 V _{CC} =3.0 V _{CC} =5.5	1.5 2.1 3.85			V
V _{IL}	LOW-level input voltage	V _{CC} =2.0 V _{CC} =3.0 V _{CC} =5.5			0.5 0.9 1.65	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _{CC} =2.0 V _{CC} =3.0 V _{CC} =4.5	1.9 2.9 4.4	2.0 3.0 4.5		V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _{CC} Range	0	0.1		V

74AHCT/VHCT126 DC Characteristics

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V _{CC}	DC Supply Voltage		4.5	5.0	5.5	V
V _{IH}	HIGH-level input voltage	V _{CC} =4.5 to 5.5	2.0			V
V _{IL}	LOW-level input voltage	V _{CC} =4.5 to 5.5			0.8	V
V _{OH}	HIGH-level output voltage	V _{CC} =4.5	4.4	4.5		V
V _{OL}	LOW-level output voltage	V _{CC} =4.5		0	0.1	V

Внутреннее устройство: драйвер MCLR

- Четверенный аналоговый ключ (DG411) предназначен для коммутации напряжений на выходе MCLR
 - V_{PP} , V_{DD} , Gnd, Hi-Z
- Защита от короткого замыкания (самовосстанавливающийся полимерный предохранитель).

Внутреннее устройство: драйвер питания устройства

- MPLAB[®] ICD2 обеспечивает ток 250 мА по шине питания устройства
- Защита от короткого замыкания с помощью самовосстанавливающегося предохранителя.
 - Предохранитель разомкнет цепь питания V_{DD} при превышении потребляемого тока
 - Все операции MPLAB ICD 2 будут запрещены, если сработала защита от перегрузки.

Рекомендации по использованию

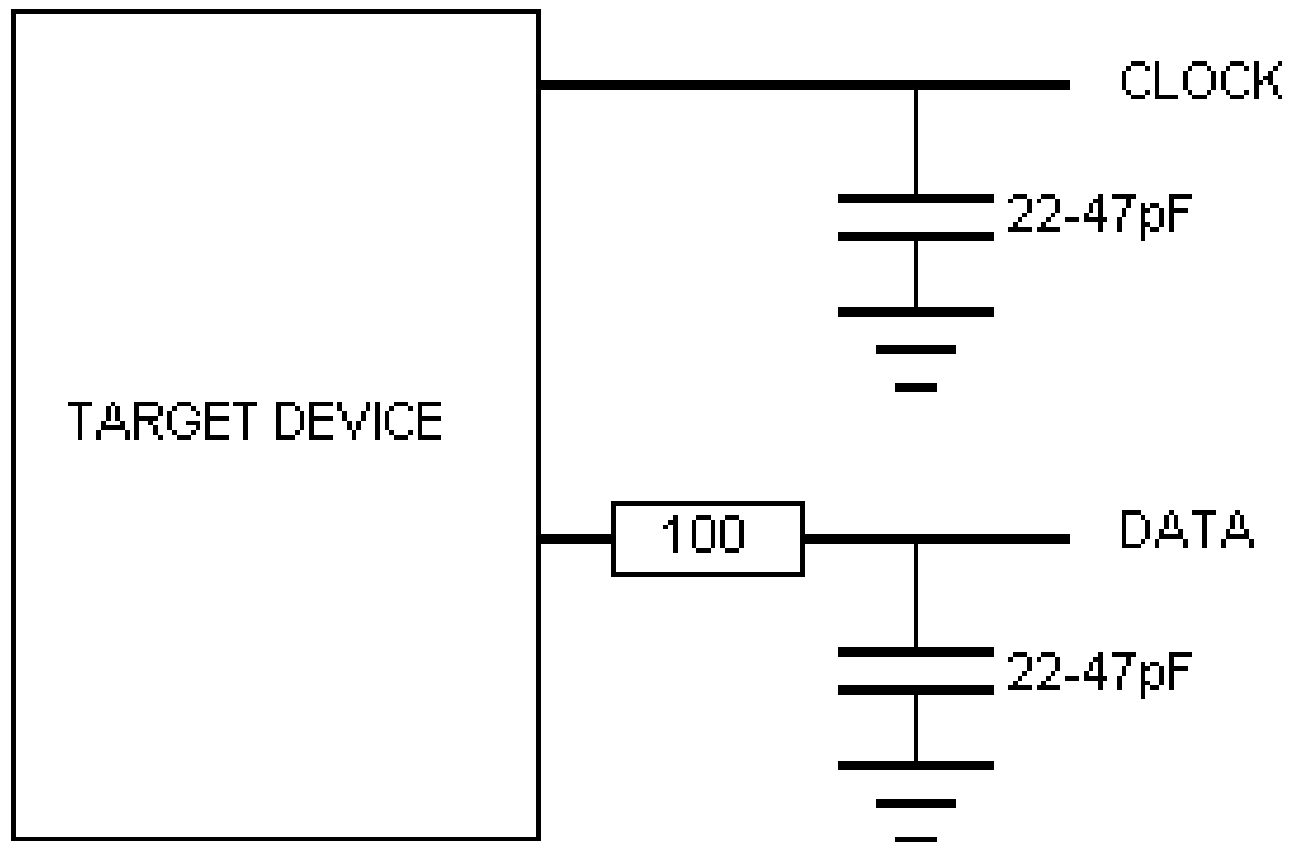
Рекомендации по использованию: помехи

- MPLAB[®] ICD 2 соединяется с целевым устройством с помощью цифровых сигналов ICDC и ICDD
- Помехи могут вызвать потерю синхронизации между MPLAB ICD 2 и устройством

Рекомендации по использованию: помехи

- При передачи цифровых сигналов по линии связи можно столкнуться со следующими проблемами:
 - Взаимная интерференция сигналов.
 - Кондуктивные, электрические и магнитные помехи.
 - Эффекты линии связи (отражение сигнала, и т. п.)
- Эффекты линии связи являются доминирующими в данном контексте. Их можно избежать, правильно разработав схему подключения ICD2 к целевому устройству.
 - Блокирующие конденсаторы 22-47 пФ на линиях.
 - Резистор 100 Ом между ICD2 и выводом PGD.

Рекомендации по использованию: помехи



Рекомендации по использованию: версии аппаратного обеспечения

- Производитель имеет право вносить любые изменения в схему и топологию печатной платы ICD2.
- Возможны следующие отличия:
 - Маркировка компонентов
 - Изменение номиналов компонентов, добавление, удаление компонентов
 - Изменение топологии печатной платы
- Даже если вы имеете старую версию ICD2, возможно, она обеспечит все ваши потребности

Рекомендации по использованию: версии аппаратного обеспечения

- Rev 16 – первые значительные изменения в схеме MPLAB® ICD 2.
 - Защита цепи MCLR
 - Защита цепей PGD и PGC
- Rev 19 – расширен диапазон напряжения V_{PP} для поддержки новых кристаллов.