

PIC18F에서 PIC24F로의 마이그레이션 및 성능 향상 가이드

개요

이 문서에서는 PIC18F와 PIC24F 아키텍처의 특징을 설명합니다. 각종 주변장치의 차이점과 유사점을 설명하고, PIC18F에서 PIC24F로의 마이그레이션 시 고려하여야 하는 요인에 대해 설명합니다. 또한 PIC18F의 아키텍처에 추가된 다양한 업데이트 중 가장 돋보이는 것은 DMA(Direct Memory Access) 기능입니다. 이 문서에서는 기존 디바이스(DMA 기능 없음)와 새로운 디바이스(DMA 기능 추가) 간의 차이와, PIC24F와의 관계에 대해서도 설명합니다.

CPU 코어

Note: 이 문서에서는 PIC18F에서 PIC24F로의 마이그레이션에 관해 설명합니다. 디바이스에 따라서는 일부 기능을 사용할 수 없는 경우가 있습니다. 자세한 내용은 각 디바이스의 데이터 시트를 참조하십시오. 디바이스 데이터 시트와 Errata는 아래 Microchip 웹사이트에서 다운로드할 수 있습니다.
<http://www.microchip.com>

PIC24F와 PIC18F의 아키텍처는 크게 다르나, PIC24F MCU는 PIC18F의 확장판이라고 볼 수 있습니다. 이 문서는 제품군 간의 마이그레이션 시 어려움을 해소하는 데 도움이 될 것입니다. 데이터 비트 폭, 명령 워드 크기, 명령 잠금 방식, 스택 및 코어 레지스터 등 대부분의 변경은 주로 어셈블리 기반의 프로그램에 영향을 미칩니다. 그 외 하드웨어는 처리 성능을 향상시키기 위해 추가되었습니다. 표 1은 변경된 내용을 나타냅니다.

표 1: CPU 코어 비교

특징	모든 PIC18F 디바이스	PIC24F 디바이스
명령 크기	16	24 비트
명령 클럭 사이클	$T_{CY} = F_{OSC}/4$	$T_{CY} = F_{OSC}/2$
워킹 레지스터	1 (W, WREG)	16 (W0-W15)
STATUS 레지스터	1 (STATUS)	2 (STATUS 및 CORCON)
스택	하드웨어, 32 레벨	소프트웨어
하드웨어 멀티플라이어	8x8	17x17
하드웨어 디바이더	No	DIV 및 REPEAT를 사용한 하드웨어
비트 시프트/회전	1 비트, 좌측 또는 우측, 회전만	최대 15비트의 배럴 시프트, 좌측 또는 우측, 시프트 또는 회전
Program Space Visibility	No	Yes

마이그레이션 시 주의점

PIC18F에서 PIC24F로의 마이그레이션 시 가장 주의해야 할 것은 PIC18F 코어가 명령 클럭으로 $F_{OSC}/4$ 를 사용하는 것에 비해, PIC24F 코어는 명령 클럭으로 $F_{OSC}/2$ 를 사용한다는 것입니다. 이에 따라 동일한 입력 클럭 속도에서의 명령 속도는 실제 2배가 되지만, 명령 클럭을 기반으로 사용하는 여러 주변장치의 기본 클럭도 변경됩니다. 마이그레이션 후에도 주변장치가 예상대로 기능할 수 있도록 이 주파수 변화를 고려하여야 합니다. 그 외 대부분의 PIC18F 및

PIC24F의 CPU 변경은 컴파일러에 따라 자동으로 처리되며, C 언어로 쓰여진 프로그램에는 영향을 미치지 않습니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

기존 및 새로운 PIC18F의 코어에는 여러 차이점이 있습니다. 이들 차이에 의해 기존 및 새로운 디바이스간, 또는 PIC24F로의 마이그레이션 패스가 변경되는 경우가 있습니다.

메모리 맵과 프로그램 메모리

PIC18F과 PIC24F의 아키텍처는 둘 다 프로그램 메모리 공간에는 동일한 종류의 액세스 방법을 사용합니다. 버스 폭이 다른 것 외에도, PIC24F 디바이스에서는 데이터 공간의 어드레스 범위를 확장하는 기능을 내장하고 있습니다.

공간 구성과 비 프로그램 메모리의 위치도 약간 차이가 있으므로 애플리케이션 이식 시에는 주의하여야 합니다. 표 2에서는 PIC18F과 PIC24F의 메모리 구성에 따른 주요 차이를 보여줍니다.

표 2: 메모리 구성 비교

특징	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	PIC24F
구성	16비트, 바이트 어드레스	16비트, 바이트 어드레스	24비트, 바이트 어드레스
총 어드레스 지정 가능 범위	4 MB (22비트 폭)	4 MB (22비트 폭)	8 MB (24비트 폭)
최대 이용 가능 사용자 프로그램 공간 (상한 어드레스)	2 MB (1FFFFFFh)	2 MB (1FFFFFFh)	8 MB (7FFFFFFh)
부트 블록 지원	대부분의 디바이스	대부분의 디바이스	No
언터럽트/리셋/트랩 벡터	00h, 08h, 18h	00h, 08h, 18h (레거시 모드) IVTBASE에 의한 제어 (벡터 모드)	00h ~ 1FFh
컨피규레이션 워드의 위치	300000h ~ 30000Fh	300000h ~ 30FFFFh (영역 전체가 예약됨, 대부분의 디바이스에서는 그 일부를 이용)	플래시 프로그램 메모리가 마지막으로 실행된 위치
디바이스 ID의 위치	3FFFFEh 및 3FFFFFh	3FFFFEh 및 3FFFFFh	FF0000h 및 FF0002h

마이그레이션 시 주의점

먼저 주의해야 할 것은 프로그램 카운터(PC)의 크기입니다. PIC18F는 22비트, PIC24F는 24비트입니다. 이 차이는 프로그램 카운터에 직접 쓰기 되는 애플리케이션에 크게 영향을 미칩니다. 이들 디바이스의 실제 프로그램 메모리 용량은 제품간 차이가 있으며, PIC18F이나 PIC24F에서도 본질적으로 큰 것은 아니기 때문입니다. 두 번째 주의점은 PIC18F이 벡터 인터럽트를 지원하지 않는 경우 이에 대응하는 PIC24F보다도 인터럽트용으로 예약된 공간이 매우 작다는 점입니다 (PIC18F에서는 00h, 08h, 18h만, PIC24F에서는 00h ~ 1FFh). 세 번째 주의점은 대부분의 PIC18F는 하드웨어 전용 부트 블록(해당 섹션 전용 쓰기/코드 보호 제어 기능)을 지원하지 않지만, PIC24F에서는 지원하지 않는다는 것입니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

기존 및 새로운 PIC18F의 프로그램 메모리에는 여러 차이점이 있습니다. 이들 차이에 의해 기존 및 새로운 디바이스간, 또는 PIC24F로의 마이그레이션 패스가 변경되는 경우가 있습니다.

데이터 메모리 공간

표 3: 데이터 메모리 공간의 비교

특징	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	PIC24F
어드레스 지정 범위(크기)	12 비트 (최대 4,096 바이트)	14 비트 (최대 16,384 바이트)	16 비트 (최대 65,536 바이트)
분할	선형 범위, 뱅크형 어드레스 지정, 일부 명령에 대한 선형 어드레스 지정	선형 범위, 뱅크형 어드레스 지정, 일부 명령에 대한 선형 어드레스 지정	선형 범위, 분할 없음
특별 액세스 영역	엑세스 RAM (최하위 뱅크의 하부, 최상위 뱅크의 상부)	엑세스 RAM (최하위 뱅크의 하부, 최상위 뱅크의 상부)	니어 데이터 공간 (하부 8k)
SFR 위치	상위 n 뱅크 (주변장치/SFR의 수에 따라 다름)	상위 n 뱅크 (주변장치/SFR의 수에 따라 다름)	니어 메모리 전체에 할당됨
스택	하드웨어, 32레벨, 메모리 공간에는 할당되지 않음	하드웨어, 32레벨, 메모리 공간에는 할당되지 않음	소프트웨어 스택 개시는 0800h, 스택 종료는 설정 가능
데이터 액세스	바이트 (직접 또는 간접)	바이트 (직접 또는 간접)	더블 워드, 워드, 바이트 (모두 직접 또는 간접)
하드웨어 PSV	No	No	Yes, 데이터 공간의 상반부로

어드레스 범위 및 분할

기존의 PIC18F 디바이스는 12비트 어드레스 범위를 갖는 데이터 메모리 공간을 가지고 있습니다. 논리상으로는 이 데이터 공간은 선형 범위를 가지며 PIC18F의 명령으로 직접 어드레스 지정이 가능합니다. 그러나 이들 데이터 공간 대부분의 부분은 분할된 공간으로 기능합니다. PIC18F 명령 대부분은 데이터 어드레스의 하위 8비트만 저장할 수 있으므로, 데이터 공간은 실제 256바이트씩 16개의 뱅크로 분할됩니다. 정확한 메모리 위치는 뱅크 선택 레지스터(BSR)에도 의존합니다. 이 레지스터는 어드레스의 상위 4비트를 내장하고 있습니다. 데이터 공간 전체는 4 KB로서, 그 일부 또는 전체를 데이터 RAM으로 실행할 수 있습니다.

일부 새로운 PIC18F 디바이스는 14비트 어드레스 범위를 갖는 데이터 메모리 공간을 가지고 있습니다. 이는 기존 PIC18F과 마찬가지로 동작하지만, 256 바이트의 뱅크가 최대 64개, BSR이 4비트가 아닌 6비트라는 점이 다릅니다. 이로 인해 데이터 공간 전체는 4 KB가 아닌 16 KB입니다.

반대로 PIC24F의 데이터 공간은 단일 선형 어드레스 범위로 구현됩니다. 대부분의 명령은 뱅크 선택을 사용하지 않고 선두 8 KB 내의 어드레스에 직접 액세스할 수 있습니다. 데이터 공간 전체는 64 KB입니다. 이중 선두 32 KB만이 데이터 RAM으로 실행되며, 상위 32 KB는 PSV에 사용할 가상 메모리 공간입니다(4 페이지의 "[Program Space Visibility \(PSV\)](#)" 참조). 표 3에서는 PIC18F과 PIC24F의 데이터 메모리 구성 상의 차이를 보여줍니다.

SFR 위치

PIC18F 아키텍처에서는 모든 SFR은 대개 연속되는 블록으로서 데이터 메모리의 최상위에 위치하고 있습니다(실제 어드레스는 디바이스에 따라 다름, 앞에서 설명한 것처럼 새로운 디바이스는 보다 넓은 데이터 범위를 가짐). PIC24F 아키텍처에서는 SFR은 메모리 공간의 최하위 2 KB(0000h ~ 07FFh)에 내장되어 있습니다.

특별 액세스 영역

PIC18F에서는 데이터 공간이 분할되어 있으며 SFR 및 애플리케이션 데이터에 신속하게 액세스하기 위해 여러 방법이 필요합니다. 이를 위해서는 액세스 RAM(가상 데이터 공간 뱅크)을 작성합니다. 이 뱅크는 하위 뱅크의 하위 반과 상위 뱅크의 상위 반으로 구성됩니다. 이 방법에 따라 BSR의 내용과는 상관없이 SFR 공간을 항상 이용할 수 있습니다. 액세스 RAM의 사용은 PIC18F의 어셈블리 언어에 인수로서 포함되어 있으며, 명령 opcode에 하드 코딩되어 있습니다. PIC24F에서는 데이터 RAM의 선두 8 KB(0000h ~ 1FFFh)를 니어 데이터 공간이라고 합니다. 이 공간 내의 어드레스(모든 SFR을 포함)로는 모든 DMA(Direct Memory Access) 명령으로부터 직접 액세스할 수 있습니다.

PROGRAM SPACE VISIBILITY (PSV)

PIC18F과 PIC24F 아키텍처 모두 프로그램 메모리 공간에 데이터로서 저장되어 있는 정보에 직접 액세스할 수 있습니다. PIC18F의 경우, 프로그램 메모리의 데이터는 TBLRD 커맨드에 의해 데이터 공간에 읽기되며, 액세스는 워드 단위입니다. PIC24F의 경우 프로그램 메모리도 하드웨어에 의한 Program Space Visibility (PSV)로 액세스합니다. 사용 시 프로그램 공간의 임의의 32 KB 세그먼트를 데이터 공간의 상위 32 KB 영역에 읽기 전용으로 할당합니다. PSV는 하드웨어 레지스터(PSVPAG)를 사용하여 할당할 프로그램 메모리 페이지를 정의합니다. PSV는 소프트웨어를 사용하여 PSV 비트(CORCON)로 제어합니다.

프로그램 스택

1 페이지의 "[CPU 코어](#)"에서 설명한 것과 같이, PIC18F 디바이스는 프로그램 플로우 관리에 하드웨어 스택을 사용합니다. 이 스택은 메모리가 맵핑되어 있지 않으며 크기는 고정으로 32레벨이지만, TOS(Top-of-Stack)은 TOSU/H/L 및 STKPTR SFR을 통해 할당됩니다. PIC24F 아키텍처는 할당된 모든 데이터 공간에 스택을 맵핑할 수 있습니다. 스택은 니어 데이터 공간의 0800h(SFR 영역 바로 바깥쪽)에서 시작하여, W15 레지스터를 전용 포인터로 사용하여 고위 메모리 어드레스를 향해 커집니다. 스택 크기는 SFR 레지스터(SPLIM)에서 사용자가 정의합니다. 이 레지스터는 스택 오버플로우 트랩용 어드레스를 설정합니다.

데이터 액세스

PIC18F의 아키텍처는 바이트 단위의 데이터만 사용할 수 있습니다. 이에 반해 2 바이트 워드로 구성되는 PIC24F의 데이터 공간에서는 많은 명령이 데이터를 바이트, 워드, 더블 워드(32바이트)로 처리할 수 있습니다. 데이터 타입은 명령에서 사용하는 인수에 의해 결정됩니다.

인터럽트 컨트롤러

PIC24F의 인터럽트 컨트롤러는 레거시 PIC18F의 여러 확장 기능을 포함하고 있습니다. 또한 새로운 PIC18F는 인터럽트의 기능을 확장한 "벡터 인터럽트" 기능을 내장하고 있습니다. 표 4는 디바이스 간 차이를 나타냅니다.

표 4: 인터럽트 컨트롤러의 비교

특징	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	PIC24F
할당 가능 인터럽트 우선순위	High 또는 Low	High 또는 Low	8 레벨, 사용자 정의
인터럽트 지연	3 또는 4 TCY	2 TCY (벡터 인터럽트 무효) 또는 3 TCY (벡터 인터럽트 활성화)	5 TCY (고정)
우선순위에 따른 슬립 및 IDLE	No	No	Yes
인터럽트 네스팅 및 비활성화 옵션	No	No	Yes
소프트웨어로 선택 가능한 코어 인터럽트 우선순위 (IPL)	No ⁽¹⁾	No ⁽¹⁾	Yes
트랩 벡터	No	No	Yes (4)
고유 인터럽트/트랩 소스	No	Yes, 인터럽트 벡터 테이블 (IVT)	Yes
대체 인터럽트 벡터 테이블 (AIVT)	No	Yes, 벡터 테이블 기본 어드레스는 완전히 재배치 가능	Yes, 2개의 선택지
자연 순서 우선순위 언마스커블(unmaskable) 또는	No	No	Yes
특정 TCY 수에 대한 인터럽트 비활성화 가능	No	No	Yes

Note 1: 높은 우선순위의 인터럽트는 낮은 우선순위 인터럽트에 인터럽트 할 수 있습니다.

PIC24F 인터럽트의 특징

- **사용자 할당 가능 우선순위:** 인터럽트마다 8 레벨의 우선순위 중 하나를 지정하여 자연순서 우선순위를 오버라이드 할 수 있습니다.
- **소프트웨어 할당 가능 코어 우선순위:** CPU가 인터럽트에 응답하는 임계값 우선순위를 설정할 수도 있습니다.
- **인터럽트 네스팅:** 자연순서 우선순위와 사용자 할당 우선순위를 사용하여 복수의 인터럽트 이벤트를 네스팅 할 수 있습니다. 이 기능은 선택적으로 비활성화할 수도 있습니다.
- **하드 및 소프트 트랩:** 높은 자연순서 우선순위를 갖는 최대 8개의 논마스커블 하드 트랩에 의해, 산술(0으로 나누어 계산), 스택 오버플로우/언더플로우, 어드레스 또는 데이터 정렬, 오실레이터 장애 등 심각한 가능성이 있는 이벤트에 플래그를 세울 수 있습니다.
- **우선순위에 의한 저전력 모드 종료:** 인터럽트 우선순위에 따라 애플리케이션에 일반 코드 실행을 재개 또는 ISR로 점프시킵니다.

Note: 트랩에 대한 자세한 정보는 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

지원되지 않는 PIC18F 기능

PIC24F의 인터럽트 컨트롤러는 DMA 없는 PIC18F의 인터럽트 기능을 모두 지원합니다. PIC24F의 인터럽트 컨트롤러는 인터럽트 벡터 테이블 어드레스 옵션을 2개만 포함하고 있습니다. DMA가 있는 PIC18F는 보다 많은 수의 컨트롤 가능한 재배치 가능 인터럽트 벡터 테이블 기본 어드레스를 가지고 있습니다.

논-마스커블(Non-Maskable) 트랩

PIC24F 아키텍처에는 인터럽트 비활성화가 불가능한 다음 4개의 하드웨어 트랩 이벤트가 있습니다.

- 어드레스 디코드 에러
- 오실레이터 장애
- 스택 에러
- 산술(오버플로우) 에러

이들 에러가 발생하면 특정 인터럽트 벡터에 즉시 점프합니다. 가장 중대한 2가지 에러(어드레스 디코드 에러와 오실레이터 장애)는 하드 트랩입니다. 이를 클리어하지 않는 한 CPU 실행을 계속할 수 없습니다. 모든 트랩 플래그 비트는 별도입니다. PIC24F 아키텍처는 이들 언마스커블(unmaskable) 이벤트에 더해 최대 4개의 트랩을 추가할 수 있도록 확장 가능합니다. PIC18F의 아키텍처는 하드웨어 트랩과 동일한 기능을 갖추고 있지 않습니다. PIC18F의 스택 에러 이벤트는 리셋으로 취급됩니다.

비트명 변경과 할당

PIC24F의 인터럽트 비트 명명법은 PIC18F와 동일하지만 2가지 중요한 차이가 있습니다. 두 제품군 모두 xxxIE, xxxIF, xxxIP (xxx: 인터럽트 소스의 연상 기호)로 불리는 인터럽트 인에이블, 플래그, 우선순위 비트를 사용합니다. 첫 번째 차이는 PIC18F에서는 각 인터럽트 소스에 대해 인터럽트 우선순위 비트는 하나이지만, PIC24F에서는 3개라는 것입니다. xxxIP2 ~ xxxIP0 이라고 이름 붙여진 이들 비트에 의해, 인터럽트를 8개의 우선순위 중 하나에 할당할 수 있습니다. 2번째 차이는 인터럽트 소스의 수입니다. 많은 인터럽트가 PIC18F와 동일한(또는 이와 유사한) 이름을 가지고 있으나 새로운 이름인 경우도 있습니다. PIC18F의 인터럽트와 유사한 이름이지만 의미가 다른 경우도 있습니다. 인터럽트 이름과 그 의미에 대해서는 PIC24F 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

인터럽트의 설정과 유효화

아래는 PIC18F에서 인터럽트를 설정하고 활성화하는 방법의 순서입니다.

1. 대응하는 PIRx 또는 INTCONx 레지스터에서 관련 주변장치의 인터럽트 플래그 상태 비트를 클리어합니다.
2. 대응하는 PIRx 또는 INTCONx 레지스터에서 대응하는 인터럽트 인에이블 컨트롤 비트를 세트하고 인터럽트 소스를 활성화합니다.

Note: 인터럽트 플래그는 ISR을 종료하기 전에 클리어하여야 합니다.

옵션 순서:

1. RCON 레지스터의 컨트롤 비트를 쓰기 하여 인터럽트 소스에 사용자 할당 우선순위를 선택할 수 있습니다. 대응하는 IPRx 레지스터에서 우선순위 비트를 설정하고 우선순위를 선택합니다. 인터럽트 우선순위는 IPEN 비트(RCON[7])를 세트하여 활성화합니다.
2. (새로운 PIC18F에서는) MVECEN 컨피규레이션 비트를 사용하여 인터럽트 벡터 테이블을 활성화/비활성화하고, 인터럽트 벡터 테이블 위치에서 IVTBASE 레지스터를 설정합니다.

아래는 PIC24F에서 인터럽트를 설정하고 활성화하는 방법의 순서입니다.

1. 인터럽트를 네스트하지 않는 경우 NSTDIS 비트(INTCON1[15])를 세트합니다.
2. 대응하는 IFSx 레지스터에서 관련 주변장치의 인터럽트 플래그 상태 비트를 클리어합니다.
3. 대응하는 IECx 레지스터에서 활성화할 인터럽트 소스의 인터럽트 인에이블 컨트롤 비트를 세트합니다.

Note: 인터럽트/트랩 플래그는 ISR을 종료하기 전에 클리어하여야 합니다.

옵션 순서:

대응하는 IPCx 레지스터의 컨트롤 비트를 쓰기 하여 인터럽트 소스에 사용자 할당 우선순위를 선택할 수 있습니다. 우선순위는 애플리케이션과 인터럽트 소스의 타입에 의해 결정됩니다. 복수의 우선순위를 설정할 필요가 없는 경우, 모든 활성화 인터럽트 소스의 IPCx 레지스터 컨트롤 비트를 제로 이외의 동일한 값으로 설정할 수 있습니다.

Note: 모든 인터럽트는 리셋 시 기본값인 우선순위 4로 설정할 수 있습니다.

사용자 인터럽트 비활성화

PIC18F에서 인터럽트를 비활성화하려면, GIE 비트를 클리어하는 것으로 충분합니다(우선순위를 사용하는 경우에는 GIEH 또는 GIEL).

PIC24F에서 사용자 인터럽트를 비활성화하려면 다음 순서가 필요합니다.

1. PUSH 명령을 사용하여 현재 STATUS 레지스터(SR)를 소프트웨어 스택으로 푸시합니다.
2. STATUS 레지스터의 하위 바이트와 값 0Eh에서 논리 OR 연산을 실행하고, CPU 우선순위를 강제로 7로 설정합니다. 사용자 인터럽트를 활성화하려면 POP 명령을 사용하여 이전 STATUS 레지스터 값을 복원합니다.

Note: DISI 명령을 사용하면 우선순위 1~6의 인터럽트를 일정기간 무효로 할 수 있습니다.

마이그레이션 시 주의점

PIC18F 아키텍처에서는 개별 요인에 높은 우선순위 또는 낮은 우선순위의 인터럽트를 할당하는 것만 가능합니다. PIC24F 아키텍처에서는 인터럽트에 복수의 우선순위를 할당할 수 있습니다(우선순위 0 ~ 7 은 사용자 정의, 우선순위 8 ~ 15는 하드웨어 정의). 적어도 네이티브 PIC18F 애플리케이션에서 인터럽트를 재검토하고, PIC24F 아키텍처에 알맞은 형태로 재정의할 필요가 있습니다.

PIC18F와 PIC24F 모두 RETFIE 명령은 인터럽트 서비스 루틴(ISR)을 종료하지만, 이 명령은 MCU에 따라 동작이 약간 차이가 있습니다. PIC18F의 경우 이 명령은 글로벌 인터럽트가 다시 활성화되도록 GIE 비트를 세트합니다. PIC24F에서는 GIE 비트가 존재하지 않으며 이 명령은 이전 우선순위를 복원합니다.

시리얼 주변장치 인터페이스(SPI)

PIC24F의 SPI 모듈은 PIC18F 아키텍처의 슈퍼셋으로 많은 기능이 유사합니다. DMA가 있는 PIC18F는 PIC24F의 SPI 기능과 가까운 기능을 보다 많이 내장하고 있습니다. 표 5에서는 PIC18F과 PIC24F의 SPI 모듈의 차이를 보여줍니다.

PIC24F의 SPI 모듈은 "독립형" 주변장치라고 볼 수 있습니다. PIC18F에서는 보다 큰 MSSP(마스터 동기 시리얼 포트) 모듈에 SPI 기능이 포함되어 있으며 I²C도 포함되어 있습니다. 그러나 DMA가 있는 PIC18F는 PIC24F 제품군과 유사한 독립형 SPI 모듈을 내장하고 있습니다.

표 5: SPI 특징의 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	MSSP 내장	독립형 SPI 내장	
마스터 및 슬레이브 모드	Yes	Yes	Yes
클럭 극성 및 에지 선택	Yes	Yes	Yes
FIFO	No	Yes	Yes
송수신 개별 버퍼	No	Yes	Yes (확장 모드)
전용 baud 레이트 카운터	No	Yes	Yes
DMA 동작	No	Yes	Yes ⁽²⁾
데이터 전송 폭	8	1 ~ 8 비트	8/16
프레임 모드 지원	No	No	Yes
PPS (주변장치 핀 선택)	No	Yes	Yes ⁽¹⁾
I ² S	No	No	Yes ⁽²⁾

Note 1: 일부 디바이스는 PPS가 내장되어 있지 않습니다. 자세한 내용은 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

2: I²S는 PIC24FJ128GA310, PIC24FJ128GB204, PIC24FJ256GB410/412, PIC24FJ1024GA/GB610 등 PIC24F에만 내장되어 있습니다. 자세한 내용은 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

마이그레이션 시 주의점

마이그레이션 시 가장 주의할 점은 마스터 모드의 클럭 주파수 계산입니다. PIC24F의 명령 클럭은 Fosc/2 기반으로 PIC18F의 아키텍처와 주변장치의 클럭 속도가 다릅니다. 디바이스 데이터 시트의 "SPI (시리얼 주변장치 인터페이스)"에 기재된 수식을 사용하여 SPI 클럭 속도를 계산하여야 합니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

PIC24F와 마찬가지로, DMA 있는 PIC18F는 공용 MSSP 모듈이 아닌 SPI 모듈과 I²C 모듈을 별도로 내장하고 있습니다. 이 SPI는 FIFO나 송수신 개별 버퍼 등의 기능도 갖추고 있으므로, DMA 있는 PIC18F로부터 PIC24F로의 마이그레이션도 보다 간단합니다.

I²C (INTER-INTEGRATED CIRCUIT)

PIC18F와 PIC24F 아키텍처 모두 7/10 비트 어드레스 지정 모드, 제너럴 콜 어드레스 지정, 클럭 스트레칭, 100/400 kHz 데이터 속도, 멀티 마스터 네트워크를 지원합니다. 표 6은 PIC24F와 PIC18F를 비교한 것입니다.

표 6: I²C 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	MSSP 내장	독립형 I ² C 내장	
지원하는 버스 속도	100 kHz/400 kHz	100 kHz/400 kHz/1	100 kHz/400 kHz/1
10비트 어드레스 지정 모드	No	Yes	Yes
멀티 마스터 지원	Yes	Yes	Yes
설정 가능한 어드레스 마스킹	6	7 또는 10 비트	7 또는 10 비트
제너럴 콜 지원	No	Yes	Yes
클럭 스트레치	Yes	Yes	Yes
DMA 동작	No	Yes	No
슬루 레이트 컨트롤	Yes	Yes	Yes
I ² C/SMBus 입력 레벨	Yes	Yes	Yes
예약된 어드레스 지원	Yes ⁽¹⁾	Yes	Yes
버스 리피터 모드	No	No	Yes
펌웨어 모드	Yes	No	No ⁽²⁾

Note 1: 특정 디바이스에서 예약되어 있는 어드레스에 대해서는 각 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

2: PIC24F I²C 모듈은 펌웨어 컨트롤 마스터 모드 컨피규레이션(SPM[3:0] = 1011의 PIC18F 모드와 유사)을 내장하고 있지 않습니다. 따라서 PIC24F의 I²C 펌웨어 구현 시에는 포트 입력(V_{IH} 및 V_{IL}) 레벨을 사용하여야 합니다.

마이그레이션 시 주의점

PIC24F 및 PIC18F I²C 주변장치간 차이는 마이그레이션 도중 일부 복잡한 문제를 일으킬 수 있습니다.. 자주 발생하는 문제는 I2CxMSK 및 I2CxADD 레지스터에서의 어드레스 시프트를 고려하지 않는 것이 원인입니다.

PIC18F SSPxADD 레지스터의 최하위 비트 I²C 어드레스 비트는 '1'이며, PIC24F I2CxADD 레지스터의 경우는 '0'입니다. 어드레스 쓰기 전 또는 읽기 후에 시프트할 경우 이 차이를 해소할 수 있습니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

PIC24F와 마찬가지로, DMA 있는 PIC18F는 공용 MSSP 모듈이 아닌 SPI 모듈과 I²C 모듈을 별도로 내장하고 있습니다. 이 I²C는 또한 10비트 어드레스 지정 및 제너럴 콜 지원 등 다양한 기능을 가지며, DMA 있는 PIC18F로부터 PIC24F 디바이스로의 마이그레이션을 보다 직관적으로 만들어 줍니다. 독립형 PIC18F I²C 모듈은 또한 SMBus 3.0 입력 레벨 지원 기능을 갖습니다.

DMA (DIRECT MEMORY ACCESS)

PIC24F와 일부 PIC18F 디바이스는 DMA 기능을 지원합니다. DMA(Direct Memory Access) 모듈은 CPU를 통하지 않고 메모리 영역 사이에 데이터를

직접 전송할 수 있습니다. CPU는 데이터 전송용 인터럽트를 처리할 필요가 없으므로 다른 작업에 보다 많은 시간을 할애할 수 있습니다. 표 7에서는 PIC18F와 PIC24F의 DMA 차이를 보여줍니다.

표 7: DMA 특징의 비교

특징	PIC18F		PIC24F ⁽¹⁾
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
DMA	No	Yes	Yes
멀티 DMA 채널 지원	No	Yes	Yes
전송 모드 (데이터 메모리에서 SFR로/SFR에서 데이터)	No	Yes	Yes
EEPROM/플래시로부터의 데이터 읽기	No	Yes	No
어드레스 지정 가능한 소스 및 데스티네이션	No	Yes	Yes
소프트웨어 트리거를 사용하여 개시	No	Yes	Yes
인터럽트 트리거를 사용하여 개시	No	Yes	Yes
소스 어드레스 증가/감소 모드	No	Yes	Yes
데스티네이션 어드레스 증가/감소 모드	No	Yes	Yes
소스 및 데스티네이션에 대한 개별 카운터	No	Yes	No
DMA 중지 인터럽트 트리거	No	Yes	No

Note 1: DMA는 PIC24FJ128GA310, PIC24FJ128GB204, PIC24FJ256GB410/412, PIC24FJ1024GA/GB610 등 PIC24F에만 내장되어 있습니다. 자세한 내용은 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

마이그레이션 시 주의점

PIC18F와 PIC24F 사이에는 DMA 기능과 동작 모드에 몇 가지 차이가 있습니다. 아래는 주요 차이에 대한 설명입니다.

1. PIC18F와 PIC24F DMA의 큰 차이 중 하나는 PIC18F의 경우 플래시 프로그램 메모리와 데이터 EEPROM 메모리에 읽기 액세스가 가능하다는 것입니다. PIC24F의 경우, 데이터는 SFR과 데이터 RAM 사이에서만 전송이 가능합니다. PIC18F의 경우 SMT[1:0] (DMAxSSA) 비트를 사용하여 소스 데이터 읽기 위치를 지정할 수 있습니다. SMTx 비트를 사용할 경우 SFR/ GPR, EEPROM, 프로그램 플래시로부터의 데이터 읽기를 지정할 수 있습니다.
2. 다른 차이점 하나는 통신할 데이터의 카운트 또는 크기입니다. PIC24F에는 카운트 또는 크기용 레지스터가 하나만 있지만, PIC18F에는 데스티네이션(DMAxDSZ) 및 소스(DMAxSSZ)에 크기 레지스터가 별도로 있습니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA는 새로운 PIC18F에 추가된 기능입니다.

LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)

PIC24F와 일부 PIC18F 디바이스는 LCD 기능을 지원합니다. 아래는 PIC18F와 PIC24F의 LCD 기능을

비교한 것입니다. PIC18F에서 PIC24F로의 마이그레이션은 간단합니다. 표 8은 LCD 모듈의 일부 기능, 동작, 비교를 나타낸 것입니다.

표 8: LCD 특징의 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾	PIC24F ⁽¹⁾
LCD	Yes	Yes
슬립 모드에서의 LCD 동작	Yes	Yes
정적, 1/2, 1/3 바이어스	Yes	Yes
4 COM 및 8 COM 멀티플렉싱 ⁽²⁾	Yes	Yes
차지 펌프 바이어스 ⁽³⁾	Yes	Yes
외부 저항에 의한 바이어스	Yes	Yes
내부 저항 래더에 의한 바이어스 ⁽⁴⁾	Yes	Yes
타입 A 및 타입 B 지원	Yes	Yes
LCD 프리스케일러 옵션	Yes	Yes
멀티 LCD 클럭 옵션	Yes	Yes

Note 1: 일부 디바이스는 LCD를 지원하지 않습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

- 2: 일부 LCD 디바이스는 8 COM 다중화를 지원하지 않습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.
- 3: 차지 펌프는 V_{DD}가 LCD 글래스 사양값을 하회하는 경우의 LCD 구동용으로 사용됩니다. 일부 디바이스는 이 기능을 지원하지 않습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.
- 4: 내부 저항은 LCD 모듈에 필요한 바이어스 전압을 내부에서 생성합니다. 이에 따라 보드 면적과 비용을 절감할 수 있습니다. 동적 저항의 변환은 전류 소비 절감이라는 사용자 필요에 기반하여 내장되어 있습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오. 일부 디바이스에서는 이 기능이 지원되지 않을 수 있습니다.

마이그레이션 시 주의점

PIC18F와 PIC24F의 LCD 기능과 동작 모드는 매우 유사합니다. 유일하게 주의해야 할 점은 시스템 클럭이 LCD 클럭으로 사용되는지 여부입니다. 디바이스 클럭에 따라서는 LCD 동작이 허용 범위 내에 존재하도록 LCD의 프리스케일러 클럭을 수정하여야 합니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

현재 LCD 모듈을 지원하는 DMA 있는 PIC18F는 없습니다.

UART (UNIVERSAL ASYNCHRONOUS RECEIVER TRANSMITTER)

PIC24F와 일부 PIC18F 디바이스는 UART 모듈을 지원합니다. 표 9은 PIC24F와 PIC18F의 UART 기능을 비교한 것입니다.

표 9: UART 특징의 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
다음 기능을 갖춘 비동기(전이중) 동작: • 문자 수신 시 자동 복귀 • 자동 baud 레이트 교정 • 12비트 브레이크 문자 송신	Yes	Yes	Yes
TX/RX 핀을 통한 전이중 8/9비트 데이터 전송	Yes	Yes	Yes
어드레스 검출 가능 9비트 모드 지원 (제 9 비트 = 1)	Yes	Yes	Yes
UxCTS 및 UxRTS 핀에 의한 하드웨어 플로우 컨트롤	No	Yes	Yes
스톱 비트 수	1	1, 1.5, 2	1, 2
IDLE 시 극성 지정	No	Yes	Yes
baud 레이트 제너레이터	전용 8/16 비트	전용 8/16 비트	16
BRG 프리스케일러	Yes	Yes	Yes
IrDA [®] 인코더 및 디코더 로직	No	No	Yes
IrDA 지원용 16배 baud 클럭 출력	No	No	Yes
FIFO 송신 데이터 버퍼	No	Yes	Yes
FIFO 수신 데이터 버퍼	No	Yes	Yes
진단용 루프백 모드 지원	No	No	Yes
하드웨어 패리티 지원(8비트 데이터)	No	No	Yes
패리티 에러 검출	No	Yes	Yes
하드웨어 동기 바이트 생성	Yes	Yes	Yes
동기/브레이크 문자 지원	Yes	Yes	Yes
복귀 인에이블	Yes	Yes	Yes
프레이밍 및 버퍼 오버런 에러 검출	Yes	Yes	Yes
인터럽트 옵션	송수신	송신 및 수신, UART 에러 이벤트	송신 및 수신, UART 에러 이벤트
DMX	No	Yes	Yes
DALI	No	Yes	Yes
LIN	No	Yes	Yes

Note 1: 일부 디바이스는 이들 기능을 포함하고 있지 않습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

Note: PIC24F UART는 동기 통신을 지원하지 않습니다. 동기 시리얼 통신이 필요한 경우 SPI 모듈을 사용하여야 합니다.

마이그레이션 시 주의점

PIC18F에서 PIC24F로의 마이그레이션 시에는 다음을 주의하여야 합니다.

1. 기본 명령 사이클 속도가 다르므로(PIC24F는 $F_{osc}/2$, PIC18F는 $F_{osc}/4$), PIC18F에서 PIC24F로 이식되는 프로젝트는 baud 레이트를 다시 계산하여야 합니다.
2. 9비트 통신 루틴을 변경하여야 합니다. PIC18F USART에서는 제 9 비트를 다른 레지스터로부터 읽기 하여야 합니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F에서는 하드웨어 프로토콜 지원(DMX, DALI, LIN/J2602)과 PIC24F로의 보다 수월한 마이그레이션을 돕는 여러 기능이 추가되어 있습니다. 또한 PIC24F UART와 마찬가지로 이전 PIC18F가 지원하고 있는 동기 모드는 지원되지 않습니다.

RTCC (REAL-TIME CLOCK AND CALENDAR)

표 10은 PIC18F과 PIC24F RTCC의 주요한 차이를 나타냅니다.

RTCC는 교정 가능한 실시간 클럭/캘린더입니다.

표 10: RTCC 특징의 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾	PIC24F ⁽¹⁾
RTCC ⁽¹⁾	Yes	Yes
시간 업데이트: 시간, 분, 초	Yes	Yes
24시간 포맷	Yes	Yes
캘린더: 요일, 일, 월, 연	Yes	Yes
설정 가능한 알람	Yes	Yes
연도 범위 2000 ~ 2099	Yes	Yes
윤년 보정	Yes	Yes
컴팩트한 펌웨어를 위한 BCD 포맷	Yes	Yes
저전력 동작	Yes	Yes
사용자 교정	Yes	Yes
50/60 Hz 외부 입력	No	Yes
사용자 교정 효과 (초)	매 60초	매 15초
알람 반복	Yes, 최대 255회	Yes, 최대 255회
알람 마스크	Yes	Yes
RTCC 전원 컨트롤	No	Yes
클럭 소스 선택 가능	Yes	Yes

Note 1: 일부 PIC24F와 PIC18F는 RTCC 모듈을 지원하지 않습니다. 자세한 정보는 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오. RTCC를 내장한 PIC18F는 PIC18F46J11, PIC18F46J50, PIC18F87J94, PIC18F87J90, PIC18FX7J13, PIC18F87J72 제품군입니다. RTCC를 내장한 PIC24F는 PIC24FJ128GA010, PIC24FJ128GA310, PIC24FJ128GB410, PIC24FJ128GB204, PIC24FJ256GA610, PIC24FJ64GA006, PIC24FJ32MC104 및 PIC24FJ256GA705 제품군입니다.

마이그레이션 시 주의점

PIC18F에서 PIC24F로의 마이그레이션 시에는 다음을 주의하여야 합니다.

1. RTCC 모듈의 기능은 디바이스 간 매우 유사하나, PIC24F는 일부 추가 기능을 내장하고 있습니다. 레거시 RTCC의 속성에는 큰 차이가 없습니다. RTCC 입력 클럭의 옵션에 대해서는 각 디바이스의 데이터 시트를 참조하십시오.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

현재 DMA 있는 PIC18F는 RTCC 모듈을 지원하지 않습니다.

CRC(CYCLIC REDUNDANCY CHECK) 생성기

PIC24F의 CRC 모듈에서는 하드웨어에 의한 CRC 체크섬 계산이 가능합니다. 소프트웨어 대역폭을 사용할 필요는 없습니다.

PIC18F는 하드웨어 CRC 지원 기능을 내장하고 있으나, DMA 있는 PIC18F는 PIC24F와 매우 유사한 CRC 모듈을 내장하고 있습니다. 표 11은 CRC 모듈 간 차이를 나타냅니다.

표 11: CRC 특징의 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
다항식 크기	N/A	최대 16	최대 16
인터럽트	N/A	CRC 완료 및 스캐너 완료 시	CRC 완료 시
NVM 스캐너	N/A	프로그램 메모리 또는 EEPROM을 스캔하고 CRC 엔진에 데이터를 공급	No
입력 FIFO	N/A	No	8단, 16비트 또는 16단, 8비트

마이그레이션 시 주의점

PIC18F로부터의 마이그레이션 시 가장 주의할 점은 PIC18F의 CRC 모듈은 주로 NVM 스캐너를 사용하여 프로그램 메모리에서 CRC 체크섬을 계산한다는 것입니다. PIC24F의 CRC 모듈은 PIC18F 모듈처럼 스캐너를 내장하고 있지 않으므로, 동일한 기능을 실행하려면 소프트웨어 또는 별도의 모듈을 사용해야 합니다. 또한 PIC24F의 CRC 모듈은 입력에 레지스터 1 세트가 아닌 FIFO를 내장하고 있으므로, 모듈로 데이터 입력에 약간 차이가 있습니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F만 이 모듈을 지원합니다.

타이머

PIC24F의 타이머는 비동기/동기 카운터 모드, 타이머/게이트형 타이머 모드, 32 kHz 크리스털 오실레이터 지원 등의 Timer0 및 Timer1/3/5가 내장된 PIC18F의 기본적인 타이머 기능을 폭넓게 지원합니다. PIC24F 타이머는 보다 많은 범용 기능에 대응하도록 설계되어 있으나, PIC18F의 타이머는 특정 용도로 설계되었습니다. DMA 있는 PIC18F의 타이머는 특정 용도로서의 성격이 강하며 하드웨어 리미트 기능 및 신호 측정 타이머가 내장된

새로운 8비트 Timer2/4/6 모듈, 캡처/컴페어 실행과 입력 디지털 신호 측정용 32비트 타이머 등이 추가되어 있습니다. 한편 PIC24F의 각 16비트 타이머는 각각 주기 레지스터, 선택 가능한 프리스케일러, 주기 일치 플래그를 내장하고 있으며 범용 카운터 모드 또는 타이머 모드로 동작할 수 있습니다. PIC24F의 16비트 타이머 2개를 연결하여 32비트 타이머를 형성할 수도 있습니다. [표 12](#)에서는 PIC18F과 PIC24F의 타이머 모듈의 차이를 보여줍니다.

표 12: 타이머 특징의 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
타이머 폭	8/16 비트	8/16/24 비트	16/32 비트
범용 타이머 모드	모든 타이머	모든 타이머	모든 타이머
비동기 카운터 모드	Timer1/3	모든 타이머	Timer1/2/4
동기 카운터 모드	Timer0/1/3	모든 타이머	모든 타이머
주기 레지스터	Timer2/4	Timer0/2/4/6 및 SMT	모든 타이머
32 kHz 크리스털 지원	Timer1	모든 타이머	Timer1
그 외 클럭 소스	No	모든 타이머	No
타이머 게이트 옵션	No	Timer1/3/5	모든 타이머
프리스케일러	모든 타이머	모든 타이머	모든 타이머
포스트스케일러	Timer2/4	Timer0/2/4/6	No
특수 이벤트 트리거	Yes	Yes	Yes
시스템 클럭 소스 레이트	FOSC/4	FOSC/4	FOSC/2
하드웨어 제한 기능	No	Timer2/4/6	No
신호 측정 기능 (펄스 폭, 에지 간 시간)	No	SMT	No

마이그레이션 시 주의점

마이그레이션 시 가장 주의할 점은 PIC18F와 PIC24F에서는 타이머 기능이 동일한 타이머에 설정되어 있지 않은 경우가 있다는 것입니다. 주기 레지스터는 PIC24F의 경우 모든 타이머에, PIC18F의 경우 일부 타이머에만 있습니다. 프리스케일러는 모든 아키텍처에 존재하지만, PIC18F에서는 타이머마다 다르며 PIC24F에서는 모든 타이머에서 동일합니다. 마지막으로 PIC24F의 타이머는 포스트스케일러가 없으나 PIC18F의 경우 다수의 타이머가 이 기능을 갖추고 있습니다. PIC24F에서 동일한 타이머 주기를 실현하려면 소프트웨어에 따른 방법 또는 별도의 프리스케일러/주기를 사용하여야 합니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F는 기존 제품보다 많은 타이머 기능을 내장하고 있으므로 PIC24F에 가깝고 마이그레이션이 보다 수월합니다. 현재 모든 타이머에서 비동기 모드, 동기 모드, 32 kHz 크리스털 지원을 사용할 수 있습니다. 보다 많은 타이머가 주기 레지스터를 내장하고 있으며, Timer1/3/5는 게이트형

타이머 기능을 내장하고 있습니다. 이들 기능에 따라 DMA 있는 PIC18F와 PIC24F는 대부분의 기능을 공유하며 DMA 있는 PIC18F로부터 PIC24F로의 범용 타이머 코드 마이그레이션이 보다 간단하게 이루어집니다.

새로운 PIC18F는 용도가 보다 특정되어 있는 새로운 타이머를 내장하고 있습니다. DMA 있는 PIC18F의 Timer2/4/6 모듈은 주기 레지스터를 내장한 8비트 타이머입니다. 이 타이머는 (별도의 주변장치 또는 외부 핀으로부터의) 신호, 실행, 릴리즈, 리셋이 가능합니다. 이 모듈은 원-샷 모드와 단안정 (Monostable) 모드도 내장하고 있습니다. 이들 타이머를 PWM과 함께 사용할 경우, 펄스 밀도 변조 등의 보다 고급 파형 제어가 가능합니다. PIC24F에는 이에 대응하는 타이머는 없습니다.

DMA 있는 PIC18F는 각종 디지털 신호 파라미터(펄스 폭, 주파수, 듀티 사이클 등)의 측정 및 동기 타이머 또는 비동기 카운터로 사용 가능한 24비트 타이머인 SMT도 내장하고 있습니다. 게이트형 타이머 기능과 주기 일치 레지스터도 내장하고 있습니다. PIC24F에 이와 동일한 타이머는 없지만, PIC24F의 32비트 타이머는 신호 측정 기능을 제외한 SMT 기능을 갖습니다. 따라서 SMT가 타이머로 사용되는 경우, 기본적으로 PIC24F 타이머와 동일하게 동작합니다.

CLC (CONFIGURABLE LOGIC CELL)

PIC24F의 CLC 모듈을 사용할 경우, 복수의 신호를 선택하여 로직 기능에 입력하고 이 로직으로부터의 출력을 사용하여 다른 주변장치 또는 I/O 핀을 컨트롤 할 수 있습니다. 레거시 PIC18F에는 이에 대응하는 기능은 없지만

DMA 있는 PIC18F는 CLC 모듈을 내장하고 있습니다. DMA 있는 PIC18F와 PIC24F의 CLC 모듈은 거의 동일합니다. 표 13은 CLC 모듈의 차이를 나타냅니다.

표 13: CLC 특징의 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
입력 수 (총)	0	최대 64	최대 32
입력 수 (데이터 게이트 단위)	0	최대 64	최대 8
다른 주변장치로의 논리 출력	N/A	Yes	Yes
CLC 출력 핀	N/A	PPS로 재배치 가능	고정 핀
인터럽트	N/A	상승 및 하강 에지	상승 및 하강 에지
출력 인에이블	N/A	PPS로 제어	별도의 컨트롤 비트

마이그레이션 시 주의점

PIC18F에서 PIC24F로의 CLC 마이그레이션 시 단 하나 주의해야 할 점은 입출력입니다. PIC24F의 CLC로의 입력에는 보다 많은 제약이 따릅니다. PIC18F의 CLC 모듈에서는 최대 64개의 입력이 가능하며 그 전체가 4개의 데이터 게이트에 연결 가능하지만, PIC24F의 입력은 32개로 그중 각 게이트에 연결 가능한 것은 8개 뿐입니다. 또한 PIC18F의 CLC 입출력 핀은 PPS로 할당을 변경할 수 있으나 PIC24F의 CLC 핀은 고정되어 있습니다. 마지막으로 PIC24F의 CLC는 출력 핀이 고정되어 있으므로, CLC를 외부 핀에 출력할 때 고려하여야 하는 출력 인에이블 핀을 별도로 내장하고 있습니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F만 이 모듈을 지원합니다.

캡처/컴페어/PWM (CCP 및 ECCP)

PIC24F의 캡처/컴페어 모듈은 PIC18F의 CCP/ECCP 모듈과 동일한 기능을 갖고 있습니다. 표 14에서는 PIC18F과 PIC24F의 CCP 모듈 차이를 보여줍니다.

표 14: CCP/ECCP 특징 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾	PIC24F ⁽¹⁾
CCP/ECCP 기능	Yes	Yes
소스 타이머 지정	Yes	Yes
캡처 핀 프리스케일링	1, 4, 16	1, 4,
캡처 버퍼	Yes	Yes
캡처 타이머 폭	Yes	Yes
인터럽트당 선택 가능한 캡처	Yes	Yes
선택 가능한 출력 컴페어 핀 상태	Yes	Yes
특수 이벤트 트리거	Yes	Yes
주변장치당 PWM 출력 수	Yes	Yes
하프 브리지/풀 브리지 PWM 지원	Yes	Yes
PWM 데드 밴드 지원	No ⁽²⁾	Yes

Note 1: 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

2: CWG(설정 가능한 파형 생성기)와 COG(설정 가능한 출력 생성기) 기능이 내장된 디바이스는 데드 밴드를 지원합니다. 이 기능이 지원되는지 여부는 해당 디바이스의 데이터 시트를 참조하십시오.

PIC24F의 입력 캡처/출력 컴페어 모듈은 Timer2 또는 Timer3을 사용할 수 있으나, PIC18F의 모듈은 Timer1 또는 Timer3을 사용할 수 있습니다. 캡처 이벤트는 ICx 핀의 상승, 하강, 제 4위 상승, 제 16위 상승 에지마다 생성 가능합니다.

싱글 컴페어 일치 모드를 선택하는 경우, 두 아키텍처 모두 OCx 핀의 초기 상태를 선택할 수 있습니다. 일치하는 경우 핀을 전환 또는 토글할 수 있습니다. 두 아키텍처의 각 모드에서 출력 컴페어 인터럽트 플래그가 세트됩니다.

PIC24F는 PIC18F의 모든 PWM 모드를 지원합니다. 큰 차이는 각 출력 컴페어 모듈은 하나의 출력만 생성 가능하다는 것입니다. 따라서 하프 브리지 지원에는 2개, 풀 브리지 지원에는 4개의 모듈이 필요합니다.

PIC24F PWM 모드는 출력 컴페어 모듈의 확장 가능합니다. 이 모드는 싱글 출력 컴페어 모드와 유사하며 폴트 보호 핀, OCFA, OCFB를 추가하면 펄스 트레인을 정지시킬 수 있습니다. 이는 PIC18F PWM 모드와 유사합니다.

일부 PIC24F는 MCCP/SCCP(멀티 또는 싱글 캡처/컴페어 모듈)라고 불리는 전용 모듈을 내장하고 있습니다. 이들 모듈을 내장한 디바이스는 멀티 동작 모드를 가지며, 타이머, 캡처, 컴페어, PWM 옵션으로 동작할 수 있습니다. 이들 디바이스에는

복수의 입력 클럭 기능이 있습니다. MCCP/SCCP 모듈의 내장 여부에 대해서는 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

마이그레이션 시 주의점

PIC24F의 출력 컴페어 모듈의 클럭 소스는 Fosc/2이며 PIC18F의 Fosc/4 클럭 소스와는 다릅니다. 제품 데이터 시트에 기재된 수식을 각종 클럭 소스의 계산에 사용할 수 있는지 확인하십시오.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

레거시 PIC18F과 DMA 있는 PIC18F의 CCP 모듈의 주요 차이점은 CCP에 직접 관계된 것이 아니라 타이머에 관련된다는 것입니다. Timer1과 Timer2는 모두 레거시 디바이스와는 다르며, CCP 동작에 영향을 미칠 가능성이 있으므로 주의하여야 합니다. DMA 있는 PIC18F는 데드 밴드 내장 PWM을 지원하는 상보형 파형 생성기(CWG) 모듈도 내장하고 있습니다.

I/O 포트

PIC24F와 PIC18F의 I/O 포트는 매우 유사하나 큰 차이가 있습니다. 두 제품군 모두 데이터 PORT/LAT/TRIS 레지스터를 내장하고 있습니다. 이들 제품군에는 아날로그 및 디지털 주변장치도 내장되어 있습니다. 표 15에서는 PIC18F과 PIC24F의 I/O 포트 차이를 보여줍니다.

표 15: I/O 포트 기능 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
컨트롤 레지스터: PORTx, LATx, TRISx	Yes	Yes	Yes
내부 풀업	PORTB에서만	모든 포트	모든 포트
리셋 시 입력으로 설정	Yes	Yes	Yes
오픈 드레인 컨트롤	No	Yes	Yes
PPS	Yes ⁽¹⁾	Yes	Yes
상태 변화 인터럽트	일부 핀	Yes	Yes

Note 1: 일부 디바이스는 이 기능을 지원하지 않습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

지원되지 않는 PIC18F 기능

PIC24F의 포트 아키텍처는 포트 출력에 따른 주변장치 입력 구동을 허용하지 않습니다. 핀을 주변장치 입력 또는 포트 출력으로 설정하여야 하지만, 두 가지를 동시에 설정할 수는 없습니다.

마이그레이션 시 주의점

- 설정 가능한 오픈 드레인 옵션을 갖는 핀으로 디지털/아날로그 입출력을 활성화하더라도 풀업은 자동으로 비활성화되지는 않습니다. 핀에 설정 가능한 오픈 드레인 옵션이 없는 경우 풀업은 무효화되지 않습니다. 풀업이 불필요한 경우 소프트웨어로 비활성화하여야 합니다.
- 아날로그 기능이 없는 핀의 최대 입력전압은 5.5V입니다. 이로 인해 PIC18F로부터의 마이그레이션 시 하드웨어의 변경이 최소화됩니다. 높은 출력전압을 생성하려면 핀에 외부 풀업 저항을 추가하고 데이터 래치에 제로를 쓰기 합니다. TRISx 비트를 세트하면 출력이 전원전압까지 상승하고, TRISx 비트를 클리어하면 디지털 제로가 출력됩니다.
- 구동 능력, 슬루 레이트, 입력전압 임계값은 주변장치가 활성화되면 자동으로 변경됩니다. 디바이스 간 차이에 대해서는 각 데이터 시트를 확인하여야 합니다.

- PIC24F 대부분의 입력 버퍼는 슈미트 트리거(ST)입니다. 관련 부품의 출력 레벨이 ST 입력전압 임계값을 충족하는지 확인하십시오.
- 핀을 아날로그로 할지 디지털로 할지는 디바이스에 따라 달라집니다. 일부 PIC18F는 이 컨트롤 기능이 ADC 레지스터에 있습니다. 일부 PIC24F는 동일한 기능을 구현하기 위해 ADxPCFG라는 레지스터를 갖추고 있습니다. 일부 PIC18F과 PIC24F는 핀을 아날로그 또는 디지털로 하기 위해 각 패드 전용으로 레지스터를 내장하고 있습니다 (ANSELx 레지스터).

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F와 DMA 없는 PIC18F는 I/O 포트 컨트롤에 관한 차이가 거의 없습니다.

오실레이터

PIC24F 오실레이터 시스템은 PIC18F의 많은 기능을 지원하며, 새로운 기능도 몇 가지 추가되어 있습니다. 두 아키텍처 모두 3가지 주요 클럭 소스(프라이머리 오실레이터, 내부 RC 오실레이터, 4x PLL 주파수 멀티플라이어)를 지원합니다. 또한 두 가지 모두

소프트웨어로 제어되는 클럭 변환, FSCM(페일-세이프 클럭 모니터) 및 2단계 구동 등 애플리케이션의 견고성을 향상시키는 기능도 내장하고 있습니다. PIC24F에서는 초기 클럭 설정, 소프트웨어 제어 클럭 변환, PLL 사용 방법의 유연성이 향상됩니다. 표 16에서는 PIC18F과 PIC24F의 오실레이터 차이를 보여줍니다.

표 16: 오실레이터 특징의 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
프라이머리(외부) 오실레이터 모드	HS, XT, EC, LP, 외부 RC ⁽²⁾	HS, XT, LP, EC	HS, XT, EC (모든 디바이스)
세컨더리(Timer1) 오실레이터	Yes	Yes	Yes
8 MHz 내부 RC 오실레이터	Yes (INTOSC)	Yes (HFINTOSC)	Yes (FRC)
32 kHz 내부 RC 오실레이터	Yes (INTRC)	Yes (MFINTOSC/LFINTOSC)	Yes (LPRC)
4x PLL 옵션: • XTPLL (MSPLL) • ECPLL • INTOSCPLL/FRCPLL	No 일부 디바이스만 일부 디바이스만	No Yes No	Yes Yes Yes
소프트웨어 클럭 스위칭	클럭 소스간에만 ⁽¹⁾	Yes	Yes
Doze 모드	No	Yes	Yes
FSCM	Yes ⁽¹⁾	Yes	Yes
2단계 구동	Yes ⁽¹⁾	Yes	Yes

Note 1: 일부 디바이스는 이 기능을 지원하지 않습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

2: 일부 PIC18F는 외부 RC 오실레이터가 없습니다. 자세한 내용은 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

프라이머리 오실레이터(POSC)

PIC18F에서는 오실레이터 모드는 FOSC[3:0] 컨피규레이션 비트로 선택합니다. 일부 새로운 PIC18F에서는 FEXTOSC[2:0]로 POSC 모드를 선택하고, RSTOSC[2:0]로 부트 업 오실레이터를 선택합니다. PIC24F에서는 프라이머리 오실레이터 모드는 컨피규레이션 비트 FNOSC[2:0] 및 POSCMD[1:0]의 조합으로 선택합니다.

세컨더리 오실레이터(OSOC)

모든 PIC18F는 세컨더리 클럭 소스로 Timer1 오실레이터를 사용할 수 있습니다. 가장 대표적인 패턴에서는 핀 T1OSI와 T1OSO 사이에 저전력 32 kHz 크리스털을 연결합니다. 오실레이터는 이것과는 별도로 T1OSCEN(T1CON[3])에서 디바이스 클럭으로 제어됩니다.

PIC24F는 Timer1 오실레이터와 동일한 기능을 갖는 세컨더리 오실레이터도 내장하고 있습니다. 다른 점은 OSCCON 레지스터의 SOSSEN 비트에서 컨트롤한다는 것 뿐입니다. 크리스털 입출력 핀은 SOSCI와 SOSCO로 이름이 변경되었습니다.

내부 RC 오실레이터(INTOSC/FRC 및 INTRC/LPRC)

PIC24F와 PIC18F 모두 2개의 독립된 내부 오실레이터(고효율 31 kHz 오실레이터와 고정밀 고속 8 MHz 오실레이터)를 내장하고 있습니다. 일부 새로운 디바이스는 1 ~ 64 MHz로 주파수를 선택할 수 있습니다. 두 아키텍처 모두 8 MHz 클럭 소스로 구동되는 설정 가능한 포스트 스케일러를 사용하며, 31 kHz ~ 4 MHz의 클럭 주파수 범위(또는 분주되지 않은 8 MHz 출력)로 출력할 수 있습니다. 두 아키텍처 모두 소프트웨어로 31 kHz 또는 8 MHz 오실레이터로 선택하고, 각종 시스템 기능에 31 kHz 클럭을 제공할 수 있습니다.

PIC18F와 PIC24F 모두 일부 클럭 소스에서 사용할 4x PLL 주파수 멀티플라이어를 지원합니다. 모든 경우에서 PLL 출력이 안정화되는 것은 입력 주파수가 4 ~ 10 MHz인 경우 뿐입니다. PLL 동작에 대한 자세한 내용은 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

2단계 구동

2단계 구동은 PIC18F와 PIC24F에서 동일하게 실행됩니다. 두 경우 모두 2단계 구동은 IESO 컨피규레이션 비트로 제어됩니다. 일부 새로운 PIC18F는 2단계 구동 기능을 갖추고 있지 않습니다. 자세한 내용은 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

FSCM

페일-세이프 클럭 모니터(FSCM)도 두 제품군 모드에 내장된 기능입니다. 이 기능은 실행시 클럭 변환과 함께 컨피규레이션 워드 비트로 제어됩니다. 실행 방법은 PIC18F와 PIC24F 모두 유사하며, 프라이머리 오실레이터가 정지하면 시스템 클럭이 자동으로 FRC로 변환됩니다.

클럭 스위칭

클럭 스위칭은 PIC18F와 PIC24F에서 크게 다릅니다. 개념적으로는 두 아키텍처 모두 3종류의 오실레이터(프라이머리(OSC 핀에 연결된 외부 부품), 세컨더리(T1OSC 또는 SOSC 핀에 연결된 외부 크리스털), 내부 RC)를 지원합니다.

PIC18F에서는 정의 가능한 프라이머리 오실레이터 타입이 하나 뿐입니다. 이는 디바이스 구동 시와 리셋 시 사용하는 오실레이터입니다. 이후 소프트웨어 컨트롤에 의해 디바이스가 프라이머리, 세컨더리, 내부 오실레이터를 변환시킬 수 있습니다. 새로운 PIC18F 제품군에서는 RSTOSC로 기동 시 오실레이터를 설정하고, FEXTOSC로 오실레이터 타입을 선택합니다.

기동 시 오실레이터가 정의되면 디바이스를 다시 프로그래밍하지 않는 한 변경이 불가능합니다.

PIC24F의 경우 3개의 주요 클럭 소스 중 하나가 기동 시 오실레이터 기본값으로 설정될 수 있습니다. 프라이머리 오실레이터로 한정시킬 필요는 없습니다. 실행 시에는 소프트웨어 제어에 따라 디바이스가 오실레이터를 변환할 수 있습니다. 즉 프라이머리 클럭 모드와 그 PLL 사이의 변환도 가능합니다. 2개의 특정 상수(literal)가 OSCCON의 상위 또는 하위 바이트에 쓰기 되면, PIC24F는 대응하는 OSCCON의 쓰기 클럭을 해제합니다. OSCCON으로의 쓰기와 클럭 변환에 대한 자세한 내용은 컴파일러 매뉴얼과 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

마이그레이션 시 주의점

PIC24F로의 마이그레이션 시에는 크리스털 클럭 소스를 사용한 애플리케이션의 오실레이터 동작과 안정성을 다시 평가하여야 합니다. 애플리케이션에서 예측되는 전압, 온도, 프로세스 변동 범위에 대해 크리스털 성능이 신뢰 가능한지 여부를 확인하는 것이 중요합니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

개념적으로는 DMA 있는 PIC18F와 DMA 없는 PIC18F 사이에 오실레이터의 차이는 거의 없습니다. 설정/컨피규레이션 레지스터에 약간의 차이가 있을 뿐입니다.

절전 기능

PIC24F의 절전 기능은 PIC18F XLP 디바이스의 절전 모드와 유사합니다. 두 아키텍처 모두 시스템 클럭 실행 시 전환, IDLE/슬립 모드, 리셋 및 인터럽트에 의한 IDLE/슬립 모드의 종료 등을 내장하고 있습니다. PIC24F는 이들 기능을 약간 다른 방법으로 구성하여, 전력 소비를 낮추기 위한 추가 기능을 지원합니다. [표 17](#)에서는 PIC18F와 PIC24F의 절전 기능 차이를 보여줍니다.

실행 시 클럭 스위칭

PIC18F와 PIC24F는 동일한 타입의 시스템 클럭 소스(프라이머리, 세컨더리, 내부 오실레이터)를 모두 내장하고 있습니다. 또한 슬립/IDLE 모드도 동일한 방법으로 정의하고 있습니다. 클럭 스위칭 프로세스는 PIC18F와 PIC24F에서 차이가 있습니다. 클럭 전환 순서는 각 디바이스의 데이터 시트를 참조하십시오.

표 17: 절전 기능 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
실행 시 클럭 스위칭	Yes	Yes	Yes
IDLE 모드	Yes	Yes	Yes
모듈마다 IDLE 선택 가능	No	No	Yes
슬립 모드	Yes	Yes	Yes
저전력 슬립 (리텐션 슬립)	Yes ⁽¹⁾	Yes	Yes ⁽¹⁾
딥 슬립	Yes ⁽¹⁾	No	Yes ⁽¹⁾
Doze 모드	No	Yes	Yes
PMD 옵션	No	Yes	Yes

Note 1: 일부 디바이스는 이 기능을 지원하지 않습니다. 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

리셋

PIC24F의 리셋 시스템은 PIC18F와 거의 동일합니다. 아래 표시된 동일 레거시 리셋이 동일 또는 기능적으로 대등한 방법으로 지원됩니다.

- 파워 온 리셋 (POR)
- 브라운 아웃 리셋 (BOR)
- 외부 마스터 클리어 리셋 ($\overline{\text{MCLR}}$)
- 소프트웨어 리셋 (RESET 명령)
- 와치독 타이머(WDT) 리셋

- 스택 에러 리셋 (오버플로우 또는 언더플로우)

PIC24F에는 여러 리셋 소스/상태 및 확장 보고 기능이 추가되어 있습니다. SFR 리셋 상태와 리셋으로부터의 기동 타이밍도 약간 차이가 있습니다. 또한 DMA 있는 PIC18F는 PIC24F와는 다른 리셋 시스템 기능 확장을 내장하고 있습니다. 표 18은 주요한 차이를 나타냅니다.

표 18: 리셋 특징의 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
레거시 리셋 타입	POR, BOR, $\overline{\text{MCLR}}$, RESET 명령		
그 외 리셋 타입	컨피규레이션 워드 불일치 (PIC18FXXJ 플래시 디바이스)	메모리 위반, 와치독 타이머 윈도우 위반	부정확한 Opcode/미초기화 W, 컨피규레이션 워드 불일치, 트랩 다중 발생
BOR 설정	설정 가능, 여러 디바이스로 소프트웨어 컨트롤 가능	설정 가능, 여러 디바이스로 소프트웨어 컨트롤 가능	내장 레귤레이터에 연결 ⁽¹⁾
스택 언더플로우 /오버플로우 리셋	리셋	개별 리셋	언마스크블 트랩
SFR 리셋 상태	리셋 타입에 의존	리셋 타입에 의존	모든 리셋 타입과 동일
기동 타이머	설정 가능	설정 가능	레귤레이터 설정에 의존
플래그 비트 위치	RCON/STKPTR	PCON0/1	RCON/INTCON1

Note 1: 일부 디바이스에는 BOR을 활성화/비활성화하는 기능이 있습니다. 자세한 내용은 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

마이그레이션 시 주의점

모든 레거시 PIC18F 리셋은 PIC24F에서도 지원되며. 또한 리셋 소스가 추가되어 있습니다. 마이그레이션 시 첫 번째 주의할 점은 PIC24F에 의한 스택 오버플로우/언더플로우의 처리방법입니다. PIC18F에서는 리셋을 트리거하지만 PIC24F 아키텍처에서는 트랩으로 실행합니다. 이에 따라 논리적으로는 스택 오버플로우/언더플로우 인스턴스의 처리가 유연하지만 스택 오버플로우 시에 리셋을 필요로 하는 애플리케이션에서는 주의하여야 합니다. 두 번째 주의할 점은 PIC24F는 설정 가능한 기동 타이머가 내장되어 있지 않으므로 필요에 따라 기동 타이머를 코드로 실행하여야 한다는 것입니다. 세 번째 주의점은 PIC18F와 PIC24F에서는 리셋 폴링이 다르다는 점입니다. PIC24F의 리셋 플래그는 액티브 high, PIC18F는 액티브 Low 비트입니다. PIC24F의 리셋 비트보다 작은 소스로 정의되어 있습니다. PIC18F에서는 종종

모든 리셋 플래그를 읽기 하여 리셋 소스를 결정하여야 하지만, PIC24F에서는 하나의 플래그를 읽는 것으로도 충분합니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F는 DMA 없는 PIC18F에는 없는 2개의 리셋 소스가 내장되어 있습니다. 첫번째는 와치독 타이머 윈도우 위반 리셋입니다. 여기에 대해서는 이 문서의 "**와치독 타이머**" 섹션을 참조하십시오. 두 번째는 메모리 실행 위반 리셋입니다. 이는 코어가 실행 완료된 프로그램 메모리 바깥의 어드레스로부터, 또는 특별히 지정된 메모리 영역 플래시로부터 코드를 실행하도록 하는 경우 발생합니다. PIC24F는 이들 리셋을 내장하고 있지 않습니다. 이 두 가지 리셋 소스 외에는 DMA 있는 PIC18F와 DMA 없는 PIC18F의 리셋은 동일하게 동작합니다.

A/D 컨버터 (ADC)

PIC24F ADC는 PIC18F보다 성능과 기능이 대폭 개선되었습니다 (표 19 참조). 개선된 점들로는 고변환 레이트(sps), 자동 채널 스캔 모드, 16비트 변환 데이터 저장 버퍼 등이 있습니다.

표 19: ADC 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
분해능	10/12 비트	12	10/12 비트
변환 스루풋 (ksps)	100 ksps	—	500 ksps
선택 가능한 전압 레퍼런스 소스	내부/외부	내부/외부	내부/외부
선택 가능한 A/D 클럭 분주비	Yes	Yes	Yes
A/D RC 오실레이터	Yes	Yes	Yes
자동 샘플링	Yes	Yes	Yes
프로그래머블 샘플링 시간	Yes	Yes	Yes
개별로 선택 가능한 아날로그 입력	No	Yes	Yes
특수 이벤트 트리거	No	Yes	Yes
멀티 채널 스캔	No	Yes	Yes
FIFO 버퍼	No	Yes (2단)	Yes
복수의 결과 포맷	No	Yes	Yes
자동 채널(비교) 변환	No	No	Yes

PIC24F 및 PIC18F의 ADC 모듈은 동일한 기능을 내장하고 있습니다. 둘 다 10비트 SAR(Successive Approximation Register)형 ADC를 내장하고 있으며, 참조전압으로서 참조 핀(V_{REF+} 및 V_{REF-})과 아날로그 전원 핀($AVDD$ 및 $AVSS$)의 조합을 사용할 수 있습니다. 둘 다 A/D 변환 상태 비트, 선택 가능한 A/D 클럭 분주비, 전용 A/D RC, 샘플 시간을 선택할 수 있는 자동 샘플링, 아날로그/디지털 입력 선택, 실행 시 선택 가능한 A/D 입력을 내장하고 있습니다. 변환은 소프트웨어, 외부 인터럽트, 출력 컴퍼어 이벤트로 트리거할 수 있습니다.

마이그레이션 시 주의점

- PIC24F 모듈의 소스 임피던스는 2.5 kΩ입니다. 많은 PIC18F의 경우 10 kΩ이나, 2.5 kΩ을 권장합니다.
- PIC24F 모듈의 내부 샘플링 캐패시터는 4.4 pF(typ.)입니다. PIC18F 모듈에서는 25 pF(typ.)입니다. 정전용량이 작을수록 아날로그 입력에 대한 외부 정전용량의 영향이 커집니다.

- A/D가 변환 클럭을 사용하도록 설정한 경우, 몇 가지 요인에 의해 PIC24F의 분주비 선택이 영향을 받습니다. 예를 들어 T_{AD} 와 명령 레이트의 저하 등이 그 예입니다. PIC24F의 변환 클럭은 명령 클럭 $T_{CY}/2$, PIC18F는 $F_{OSC}/2$ 에 기반하고 있습니다. 시스템 클럭 주파수에 대한 명령 레이트가 다르기 때문에 PIC24F의 A/D 클럭 분주비의 최소 주기는 1 F_{OSC} 주기, PIC18F는 2 F_{OSC} 주기입니다.

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F에서는 ADC 모듈에 기능이 추가되어 있습니다. 첫 번째는 하드웨어 CVD 제어입니다. 이에 따라 정전용량식 터치 애플리케이션에서 ADC 모듈을 활용할 수 있습니다. 두 번째는 하드웨어 계산 엔진(ADC 기능)입니다. 이에 따라 코어로부터 독립된 하드웨어에 의한 평균화와 ADC 결과의 로우 패스 필터 처리가 가능합니다.

와치독 타이머

PIC24F의 WDT(와치독 타이머) 모듈은 DMA 없는/DMA 있는 PIC18F의 WDT와 거의 동일합니다. 모든 디바이스에 유사한 컨트롤(컨피규레이션 비트와

소프트웨어)과 영향을 미칩니다. WDT는 전력관리 모드를 종료하는 리셋으로도 사용 가능합니다. PIC24F의 WDT는 DMA 있는 PIC18F가 갖는 기능에 더해 여러 독자적인 기능을 갖추고 있습니다. 표 20은 이 모듈을 비교한 것입니다.

표 20: 와치독 타이머 특징의 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
설정 가능한 타임아웃 주기	Yes (포스트스케일러 사용)	Yes (프리스케일러 사용)	Yes (프리스케일러/포
소프트웨어 인에이블	Yes	Yes	Yes
전력관리 모드 종료	Yes	Yes	Yes
타임아웃 범위	4 ms ~ 131s	1 ms ~ 256s	1 ms ~ 131s
윈도우 WDT 옵션	No	Yes	Yes
선택 가능한 입력 클럭	No	Yes	No

마이그레이션 시 주의점

가장 먼저 주의해야 할 것은 PIC24F의 WDT 카운터는 메인 클럭 소스로의 전환 시에 리셋된다는 것입니다. PIC18F의 WDT 카운터는 다양한 조건에서 리셋됩니다. 자세한 내용은 PIC18F 디바이스 데이터 시트의 "와치독 타이머(WDT)"를 참조하십시오. 두 번째 주의점은 PIC18F의 WDT 리셋 플래그는 액티브 Low이지만, PIC24F는 액티브 High라는 것입니다. 따라서 WDT 리셋을 올바르게 검출하려면 POR 또는 BOR에서 이들 비트를 Low로 초기화하여야 합니다. 레거시 PIC18F로부터 마이그레이션하는 경우, PIC24F에서 1:128 프리스케일러 설정을 사용하여 동일한 포스트스케일러 설정을 사용합니다. DMA 있는 PIC18F로부터 마이그레이션하는 경우, 주기를 수동으로 계산하여 PIC24F의 프리스케일러/포스트스케일러에 따라 PIC18F의 주기와 일치시켜야 합니다. 또한 DMA 있는 PIC18F로부터 PIC24F로 윈도우 와치독 타이머를 사용한 애플리케이션을 마이그레이션하는 경우, PIC24F 윈도우는 비 프로그래머블 (non-programmable) 상태로 75% 윈도우 지연에 고정된다는 것에 주의하여야 합니다(PIC18F의 윈도우 와치독 타이머의 윈도우 설정은 '0b001'에 대응합니다).

DMA 없는 PIC18F 및 DMA 있는 PIC18F의 차이

DMA 있는 PIC18F에는 WDT에 추가 기능이 있으며, 설정은 다소 차이가 있습니다. 주된 차이는 포스트스케일러에서가 아니라 프리스케일러에서 주기를 설정한다는 것, 프리스케일러에서는 1 ms ~ 256 s에서 대수적(1 ms, 2 ms, 4 ms, 최대 256s)으로 설정한다는 것입니다. 즉 DMA 있는 PIC18F는 PIC24F와 매우 유사한 윈도우 와치독 타이머 기능을 갖고 있습니다. 이로 인해 DMA 있는 PIC18F와 PIC24F의 와치독 타이머는 매우 유사하다고 할 수 있습니다.

비교기 및 비교기 전압 레퍼런스 모듈

PIC18F와 PIC24F의 비교기 모듈은 많은 점이 유사합니다. 표 21은 PIC24F와 PIC18F의 기능을 비교한 것입니다. 각각 설정 선택이 가능한 비교기를

두 개씩 가지고 있습니다. PIC18F는 8개의 선택만 가능하며, 그 중 하나는 비교기를 비활성화하는 것입니다. PIC24F는 보다 유연한 설정이 가능하며 PIC18F에서는 고정되어 있는 다양한 옵션을 개별로 제어할 수 있습니다. 비교기 모듈과 함께, PIC18F와 PIC24F는 저항 래더 회로 기반의 비교기 참조전압 생성기를 내장하고 있습니다.

표 21: 비교기 특징의 비교

특징	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
비교기	2	2	2/3
출력 반전 제어	Yes	Yes	Yes
비교기별 인에이블	Yes ⁽²⁾	Yes	Yes
I/O 핀에서의 비교기 출력	Yes	Yes	Yes
복수의 입력 선택	Yes	Yes	Yes
개별 비교기 출력 상태의 변화 검출	펌웨어에서 사용자가 추적	하드웨어	하드웨어

Note 1: 자세한 내용은 해당 디바이스 데이터 시트를 참조하십시오.

2: 일부 PIC18FJ 제품군 디바이스는 PIC24F와 유사한 비교기를 내장하고 있습니다. 자세한 내용은 각 디바이스의 데이터 시트를 참조하십시오.

마이그레이션 시 주의점

DMA 있는 PIC18F은 DMA 없는 PIC18F보다 기능이 다양합니다. DMA 있는 PIC18F는 보다 많은 입력을 선택할 수 있으며, 정/부 비교기 출력 전환 시 인터럽트를 생성할 수 있습니다. 비교기 반전/비반전 입력에 전용 레지스터를 선택할 수도 있습니다. 레지스터는 출력 핀 상태도 반영합니다(읽기 전용 상태 비트). 사용되는 CVREF 핀이 없으므로 내부 CVREF 옵션에서는 달라집니다. 이를 대체하는 방법으로는 전용 DAC 출력을 입력 핀에 연결하는 방법도 있습니다.

일부 PIC18FJ 디바이스는 PIC24F와 마찬가지로 비교기 제어 비트를 내장하고 있습니다. 하나의 비교기 제어 레지스터로 양쪽 비교기를 제어하는 것이 아니라, 각 비교기는 전용 비교기 제어 레지스터를 가지고 있습니다. 이들 제어 비트에 대한 자세한 내용은 각 디바이스의 데이터 시트를 참조하십시오.

비교기 전압 레퍼런스 모듈

비교기 전압 레퍼런스 모듈은 비교기와 함께 사용됩니다. 내부에서 제어된 레퍼런스 전압을 비교기 입력에 공급합니다. 이를 통해 소프트웨어에 의한 참조전압 제어가 가능합니다. 이 모듈은 PIC24F와 PIC18F 사이에 호환됩니다. 표 22은 PIC24F와 PIC18F의 기능을 비교한 것입니다.

표 22: 비교기 전압 레퍼런스 비교

특징	PIC18F		PIC24F
	DMA 없는 PIC18F	DMA 있는 PIC18F	
저항 래더	16 탭	N/A ⁽¹⁾	16 탭
2개의 범위에서 선택	Yes	N/A ⁽¹⁾	Yes
아날로그 전원 또는 MCU 전원으로부터 참조전압을	Yes	N/A ⁽¹⁾	Yes
전압 레퍼런스 출력 인에이블	Yes	N/A ⁽¹⁾	Yes

Note 1: DMA 있는 PIC18F에서는 CVREF 모듈은 사용하지 않으며, 전용 5비트 DAC로부터 비교기 입력에 참조전압을 공급합니다.

부속서 A: 개정 내역

개정 A (2019년 3월)

이 문서의 최초 버전.

NOTES:

Microchip 디바이스의 코드 보호 기능에 대한 자세한 내용은 다음과 같습니다.

- Microchip 제품은 특정 Microchip 데이터 시트에 포함된 사양을 충족합니다.
- Microchip은 자사 제품군을 의도한 방식에 따라 정상 조건에서 사용할 경우 현재 시장에 출시된 동종 제품 중 가장 안전한 제품군으로 봅니다.
- 코드 보호 기능을 훼손하는 데 부정 및 심지어 불법적인 수단까지 이용되고 있습니다. Microchip이 알고 있는 바에 따르면, 이러한 모든 수단을 이용하기 위해서는 Microchip 데이터 시트에 포함된 동작 사양 외의 방법으로 Microchip 제품을 사용해야 합니다. 대부분의 경우 이러한 행위를 하는 자는 지적 자산 도용과 연관되어 있습니다.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Microchip이나 다른 반도체 제조업체도 코드 안전성을 보장할 수 없습니다. 코드 보호는 Microchip이 제품의 “침해 불가능성”을 보증한다는 의미가 아닙니다.

코드 보호는 지속적으로 발전하고 있습니다. Microchip은 당사 제품의 코드 보호 기능을 지속적으로 개선하기 위해 노력하고 있습니다. Microchip의 코드 보호 기능을 훼손하려는 시도는 디지털 밀레니엄 저작권법(Digital Millennium Copyright Act) 위반에 해당할 수 있습니다. 이러한 행위에 의해 귀하의 소프트웨어 또는 기타 저작권을 소유한 작품물에 무단 액세스가 이루어졌다면 해당 법률을 근거로 소송을 제기할 수 있습니다.

디바이스 애플리케이션 등과 관련하여 본 출판물에 포함된 정보는 귀하의 편의를 위해 제공된 것이며 업데이트로 대체될 수 있습니다. 귀하의 애플리케이션이 해당 사양을 충족하는지 확인하는 것은 귀하의 책임입니다. Microchip은 조건, 품질, 성능, 상업성, 특정 목적에의 적합성을 포함하되 이에 국한되지 않는 정보와 관련하여 명시적, 묵시적, 서면, 구두, 법적 또는 다른 보증이나 진술을 하지 않습니다. Microchip은 이 정보 및 이 정보의 사용으로 발생한 모든 책임을 부인합니다. Microchip 디바이스를 생명 유지 및/또는 안전 용도로 사용하는 위험은 전적으로 구매자에게 있으며, 구매자는 그러한 사용으로 인해 발생한 모든 손해, 청구, 소송 또는 비용으로부터 Microchip을 옹호, 보호하며 배상을 약속하는 데 동의합니다. 달리 명시하지 않는 한 Microchip 지적 재산권에 대해 어떠한 라이선스도 묵시적 또는 다른 방식으로 제공되지 않습니다.

Microchip은 세계 본사, 애리조나주 Chandler 및 템피, 오리건주 그레섬의 설계 및 웨이퍼 가공 설비와 캘리포니아 주 및 인도의 설계 센터에 대해 ISO/TS-16949:2009 인증을 획득했습니다. Microchip의 고품질 시스템 프로세스 및 절차는 PIC® MCU 및 dsPIC® DSC, KEELOQ® 코드 호핑 디바이스, 직렬 EEPROM, 마이크로주변장치, 비휘발성 메모리 및 아날로그 제품에 적용되고 있습니다. Microchip의 개발 시스템의 설계 및 제조를 위한 품질 시스템도 ISO 9001:2000 인증을 획득했습니다.

DNV에 따른 품질관리 시스템 인증
== ISO/TS 16949 ==

상표

Microchip 이름과 로고, Microchip 로고, AnyRate, AVR, AVR 로고, AVR Freaks, BitCloud, chipKIT, chipKIT 로고, CryptoMemory, CryptoRF, dsPIC, FlashFlex, flexPWR, Helder, JukeBlox, KeeLoq, KleeR, LANCheck, LINK MD, maXStylus, maXTouch, MediaLB, megaAVR, MOST, MOST 로고, MPLAB, OptoLyzr, PIC, picoPower, PICSTART, PIC32 로고, Prochip Designer, QTouch, SAM-BA, SpyNIC, SST, SST 로고, SuperFlash, tinyAVR, UNI/O, XMEGA는 미국과 기타 국가에서 Microchip Technology Incorporated의 등록 상표입니다.

ClockWorks, The Embedded Control Solutions Company, EtherSynch, Hyper Speed Control, HyperLight Load, IntelliMOS, mTouch, Precision Edge, Quiet-Wire는 미국에서 Microchip Technology Incorporated의 등록 상표입니다.

Adjacent Key Suppression, AKS, Analog-for-the-Digital Age, Any Capacitor, AnyIn, AnyOut, BodyCom, chipKIT, chipKIT logo, CodeGuard, CryptoAuthentication, CryptoCompanion, CryptoController, dsPICDEM, dsPICDEM.net, Dynamic Average Matching, DAM, ECAN, EtherGREEN, In-Circuit Serial Programming, ICSP, Inter-Chip Connectivity, JitterBlocker, KleeRNet, KleeRNet logo, Mindi, MiWi, motorBench, MPASM, MPF, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, MultiTRAK, NetDetach, Omniscient Code Generation, PICDEM, PICDEM.net, PICkit, PICtail, PureSilicon, QMatrix, RightTouch logo, REAL ICE, Ripple Blocker, SAM-ICE, Serial Quad I/O, SMART-I.S., SQR, SuperSwitcher, SuperSwitcher II, Total Endurance, TSHARC, USBCheck, VariSense, ViewSpan, WiperLock, Wireless DNA, ZENA는 미국과 기타 국가에서 Microchip Technology Incorporated의 상표입니다.

SQTP는 미국에서 Microchip Technology Incorporated의 서비스 마크입니다.

Silicon Storage Technology는 기타 국가에서 Microchip Technology Incorporated의 등록 상표입니다.

GestIC는 기타 국가에서 Microchip Technology Inc.의 자회사인 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG의 등록 상표입니다.

본 자료에 언급된 그 외의 상표는 해당 기업의 재산입니다.

© 2019, Microchip Technology Incorporated, All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-5224-4285-1

각국의 영업소 및 사업소

미주

본사
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
기술지원:
<http://www.microchip.com/support>
웹사이트:
www.microchip.com

아틀란타
Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

오스틴, TX
Tel: 512-257-3370

보스턴
Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088

시카고
Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075

델러스
Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924

디트로이트
Novi, MI
Tel: 248-848-4000

휴스턴, TX
Tel: 281-894-5983

인디애나폴리스
Noblesville, IN Tel:
317-773-8323
Fax: 317-773-5453
Tel: 317-536-2380

로스앤젤레스
Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608
Tel: 951-273-7800

Raleigh, NC
Tel: 919-844-7510

New York, NY
Tel: 631-435-6000

San Jose, CA
Tel: 408-735-9110
Tel: 408-436-4270

캐나다 - 토론토
Tel: 905-695-1980
Fax: 905-695-2078

아시아/태평양

호주 - 시드니
Tel: 61-2-9868-6733

중국 - 베이징
Tel: 86-10-8569-7000

중국 - 청두
Tel: 86-28-8665-5511

중국 - 충칭
Tel: 86-23-8980-9588

중국 - 둥관
Tel: 86-769-8702-9880

중국 - 광저우
Tel: 86-20-8755-8029

중국 - 항저우
Tel: 86-571-8792-8115

중국 - 홍콩 SAR
Tel: 852-2943-5100

중국 - 난징
Tel: 86-25-8473-2460

중국 - 칭다오
Tel: 86-532-8502-7355

중국 - 상하이
Tel: 86-21-3326-8000

중국 - 선양
Tel: 86-24-2334-2829

중국 - 선전
Tel: 86-755-8864-2200

중국 - 수저우
Tel: 86-186-6233-1526

중국 - 우한
Tel: 86-27-5980-5300

중국 - 시안
Tel: 86-29-8833-7252

중국 - 샤먼
Tel: 86-592-2388138

중국 - 주하이
Tel: 86-756-3210040

아시아/태평양

인도 - 방갈로르
Tel: 91-80-3090-4444

인도 - 뉴델리
Tel: 91-11-4160-8631

인도 - 푸네
Tel: 91-20-4121-0141

일본 - 오사카
Tel: 81-6-6152-7160

일본 - 도쿄
Tel: 81-3-6880-3770

한국 - 대구
Tel: 82-53-744-4301

한국 - 서울
Tel: 82-2-554-7200

말레이시아 - 쿠알라룸푸르
Tel: 60-3-7651-7906

말레이시아 - 페낭
Tel: 60-4-227-8870

필리핀 - 마닐라
Tel: 63-2-634-9065

싱가포르
Tel: 65-6334-8870

대만 - 신주
Tel: 886-3-577-8366

대만 - 가오슝
Tel: 886-7-213-7830

대만 - 타이페이
Tel: 886-2-2508-8600

태국 - 방콕
Tel: 66-2-694-1351

베트남 - 호치민
Tel: 84-28-5448-2100

유럽

오스트리아 - 벨스
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

덴마크 - 코펜하겐
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

핀란드 - 에스푸
Tel: 358-9-4520-820

프랑스 - 파리
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

독일 - 가칭
Tel: 49-8931-9700

독일 - 한
Tel: 49-2129-3766400

독일 - 하일브론
Tel: 49-7131-67-3636

독일 - 카를스루에
Tel: 49-721-625370

독일 - 뮌헨
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

독일 - 로젠하임
Tel: 49-8031-354-560

이스라엘 - 라아나나
Tel: 972-9-744-7705

이탈리아 - 밀라노
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

이탈리아 - 파도바
Tel: 39-049-7625286

네덜란드 - 드루넨
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

노르웨이 - 트롬트하임
Tel: 47-7288-4388

폴란드 - 바르샤바
Tel: 48-22-3325737

루마니아 - 부카레스트
Tel: 40-21-407-87-50

스페인 - 마드리드
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

스웨덴 - 괴텐버그
Tel: 46-31-704-60-40

스웨덴 - 스톡홀름
Tel: 46-8-5090-4654

영국 - 워킹엄
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820