

TMS320F2812 DSP를 이용한 MPPT 제어 알고리즘 연구

김병만*, 이동기**, 정영석***, 유권중***, 최주엽*, 최익*
 *광운대학교, **다한테크, ***한국에너지기술연구원

A Research of MPPT Control Algorithm using TMS320F2812 DSP

Byeong-Man Kim*, Dong-Gi Lee**, Young-Seok Jung***, Gwon-Jong Yu***,
 Ju-Yeop Choi*, Ick Choy*

*Kwangwoon Univ., **Dahan Tech Inc., ***Korea Institute of Energy Research

ABSTRACT

The existing DSP for utility interactive photovoltaic generation system control, generally uses floating point process type. Because it is easy to use for number crunching, However it is too late and too expensive. fixed point process DSP, TMS320F2812, has high control speed and is rather inexpensive.

This paper presents more efficient method for MPPT control using TMS320F2812.

이를 해결하기 위하여 최근에 고속의 연산력을 가진 TMS320F2812 DSP를 적용함으로 기존의 단점을 보완할 수 있을 것으로 본다. 이 DSP는 32bit 고정 소수점방식 으로서 150[MHz]의 연산 속도를 가지며, 이벤트 매니저 모듈(EVA, EVB)과 ADC 모듈을 탑재하고 있다^{[2][6]}.

따라서 본 논문에서는 TMS320F2812에 대해 자세히 살펴보고 태양광 발전 시스템에서 반드시 적용되는 MPPT 제어알고리즘을 VisSim/ECD라는 설계 툴을 이용하여 시뮬레이션 및 MPPT 제어알고리즘에 대한 하드웨어적인 Prototype을 구현해 보고자 한다.

1. 서 론

태양광 발전 시스템에서 고도의 정밀성과 빠른 응답 특성을 가진 DSP(Digital Signal Processor)는 필수 조건이다. 이러한 요구 조건을 충족하기 위하여 고속의 연산을 수행할 수 있는 DSP는 눈부신 발전을 거듭 하고 있다. 현재 태양광 발전 시스템에서 많이 쓰이고 있는 제어기에는 대부분이 TMS320C3x 계열의 DSP가 탑재되어 있다. 이 DSP는 가격대비 성능이 뛰어나고 부동 소수점 방식으로 소수점 계산이 가능하다는 장점이 있으며, 이 장점을 기반으로 제어기의 안정성 및 대역폭을 크게 향상시킬 수 있고 숫자의 계산이 간편하다는 이유로 태양광 발전 시스템 제어용으로 많이 사용되고 있다^{[1][6]}.

그러나 이 계열의 DSP는 제어 프로그램의 작성이 용이한데 반해 PWM신호 발생회로나 ADC 등과 같은 태양광 발전 시스템 제어에 필수적인 회로가 내부에 없으므로 외부에서 신호를 처리하여 제어할 수 있는 별도의 주변회로가 필요하게 된다. 이에 따라 제어회로의 복잡성과 보드의 대형화 및 생산 단가의 상승으로 태양광 발전 시스템의 국제 경쟁력에 가장 큰 단점으로 대두되고 있다.

2. TMS320F2812 DSP의 특징

TMS320F2812 DSP는 저전압(1.8[V] core, 3.3[V] I/O) DSP이다. 태양광 발전 시스템 제어에 필요한 주변회로인 이벤트 매니저(PWM 발생회로)와 고속의 ADC 모듈을 탑재하였는데 이것은 기존의 DSP와 크게 다른 점이라고 할 수 있다.

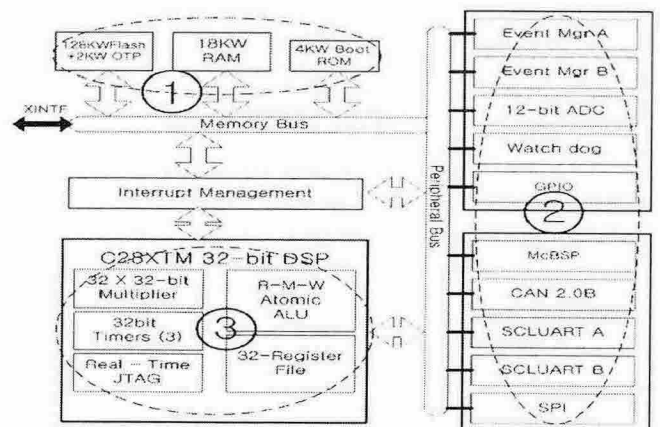


그림 1 TMS320F2812 DSP 블록도
 Fig. 1 TMS320F2812 DSP Block Diagram

그림1은 TMS320F2812의 블록도를 가지고 있다. 블록도 ①은 플래쉬 메모리와 RAM 그리고 Boot ROM을 보여주고 있으며, 블록도 ②의 위쪽은 두 개가 이벤트 매니저와 ADC등을, 아래쪽은 이 DSP가 지원하는 통신 모듈을 보여주고 있다. 블록도 ③은 DSP의 곱셈기와 타이머등과 같은 내부 블록도를 간략하게 보여주고 있다^{[3][5]}.

2.1 이벤트 매니저 모듈

태양광 발전 시스템 제어에 있어서 필수적인 요소는 IPM(Intelligent Power Module)을 스위칭하기 위한 PWM 발생회로가 필요하다.

일반적으로 태양광 발전 시스템 제작에서는 PWM 모듈을 하나의 IC로 자체 개발하거나 외주업체에서 생산된 IC를 사용하므로, 태양광 발전 시스템 제작 단가를 높이는 요인이 된다.

본 논문에 사용된 DSP는 이러한 기능을 대신할 수 있는 이벤트 매니저라는 모듈을 탑재하고 있으므로 가격 절감과 제어보드의 크기를 보다 작게 할 수 있는 장점을 가진다.

TMS320F2812 DSP에는 이벤트 매니저 모듈(EVA, EVB)이 두 개가 탑재되어 각각 독립적으로 동작한다. 그림 2는 16bit 타이머 2개와 총 16개의 PWM포트 그리고 외부 입력 펄스를 받아서 처리 가능한 Capture입력 총 6개를 가진 이벤트 매니저 A의 블록도를 보여주고 있다^{[3][4]}.

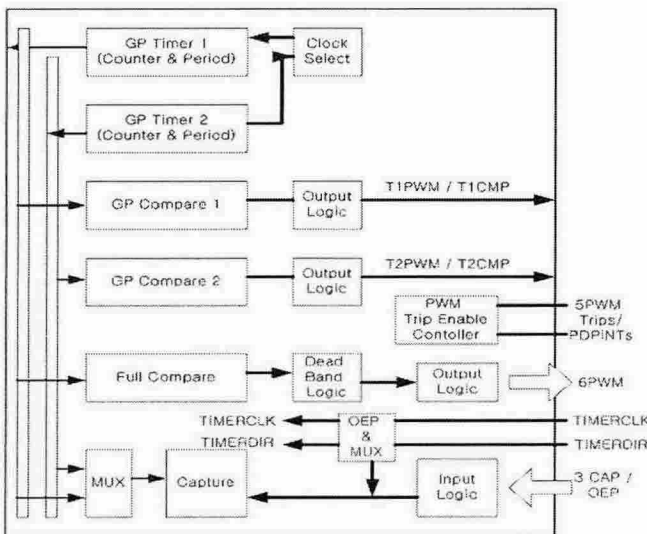


그림 2 TMS320F2812의 EVA 블록도
Fig. 2 EVA Block Diagram of TMS320F2812

2.2 ADC(Analog to Digital Converter) 모듈

ADC 역시 태양광 발전 시스템 제어에 있어 핵심 부품으로 제작 단가를 증가시키는 소자 중 하나이다. ADC는 태양광 발전 시스템의 전압, 전류 제어에

있어서 필수적인 요소로, 샘플링 시간이 그 성능을 좌우하기 때문에 고속의 샘플링 시간을 갖는 소자는 그만큼 높은 단가를 가진다.

그러나 TMS320F2812 DSP에는 ADC 모듈을 포함하고 있으며, 이 ADC는 pipeline 방식으로 고속의 샘플링이 가능하다. 변환속도는 최대 12.5MSPS 까지 가능하며, 고속으로 샘플링 할 경우 신호 대 잡음비가 떨어질 수 있으므로 사용 시 주의가 요구된다. 그림 3는 12bit ADC 모듈이 탑재되어 있고, 16개의 변환 채널을 가지는 ADC 모듈의 블록도를 보여준다^[5].

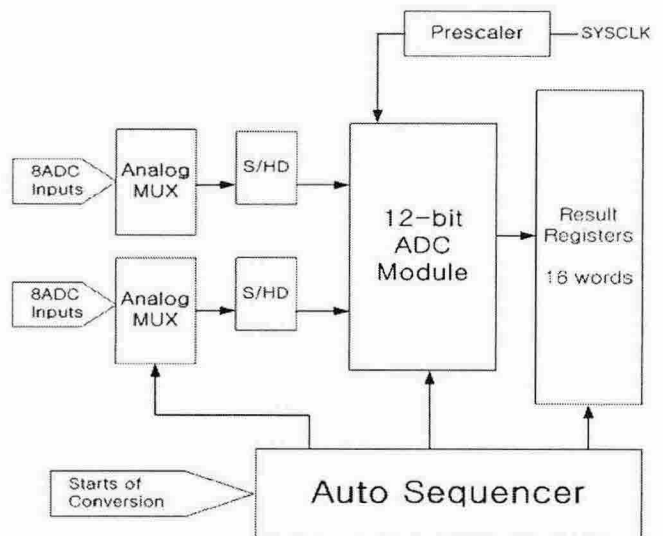


그림 3 pipeline 방식의 고속 ADC 모듈
Fig. 3 High Speed ADC Module of Pipeline Method

3. MPPT제어 구현을 위한 시스템 구성

본 논문에서는 태양광 MPPT 제어 알고리즘에 대하여 최소한의 시간 및 효율적인 비용으로 구현하기 위해 하드웨어적인 측면에서는 TI(Texas Instruments)사의 TMS320F2812 모델이 내장된 eZdsp2812 제어용 Board를 사용하였고 소프트웨어적인 측면에서는 VisSim/ECD를 이용하여 C 코드를 생성하였다. 그리고 VisSim/ECD에서는 실시간(Real Time)으로 HIL(Hardware-In-Loop)시스템을 구현하여 실험 및 디버깅을 하였다.

3.1 하드웨어의 구성

TI(Texas Instruments)사에서는 자사에서 생산되는 DSP칩에 대해 사용자들에게 보다 응용사항에 대해 적합하도록 DSP칩을 동작하기 위한 최소한의 하드웨어만을 구성한 eZdsp보드를 비교적 경제적인 비용으로 제공하고 있다. 아래의 그림 4는 본 논문에서 사용된 TI(Texas Instruments)사에서 제

작된 범용 eZdsp2812 제어용 Board이며, 보드에는 DSP칩을 사용하는데 반드시 사용되는 하드웨어 및 전원공급장치 등을 지원하고 있다.

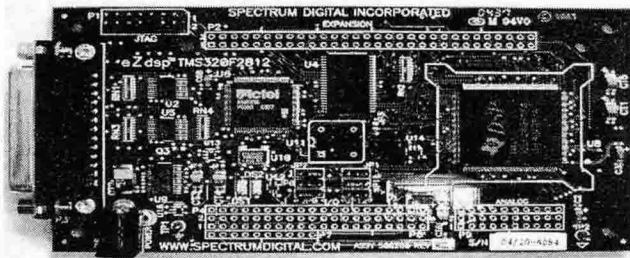


그림 4 eZdsp2812 제어용 Board
Fig. 4 The eZdsp2812 Control Board

그리고 Boost Converter를 이용한 MPPT제어 알고리즘을 실험하기 위해서 2812칩에서 기본적으로 필요로 하는 하드웨어 구성은 다음과 같다.

- 태양전지 어레이의 출력전압 및 전류 값을 입력 받기 위한 2개의 ADC 채널(ADC0, 1)
- Boost Converter의 출력단의 전압 및 전류를 입력받기위한 2개의 ADC채널(ADC2, 3)
- Boost Converter의 스위칭 동작을 위한 PWM 신호 출력 핀(T1PWM)

그 외에 실험을 위해서 3.2 kW급 태양광 태양전지 어레이를 설치하여야 하고 Boost Converter가 있어야 한다. 그러나 위의 사항들을 구성하려면 설치비용적인 측면뿐만 아니라 설비를 구비하는데 매우 많은 시간이 소요된다. 또한 태양전지 어레이를 설치하기 위한 공간적인 문제를 해결하여야 한다. 이에 대해 본 논문에서는 위의 모든 문제점을 보완할 수 있는 효과적인 방식으로 실험하려고 한다.

우선 3.2 kW급 태양전지 어레이와 Boost Converter에 대해서는 PC에서 VisSim/ECD 프로그램 환경에서 수학적 모델링을 통해 가상의 태양전지 어레이와 Boost Converter를 구성하여 JTAG 에뮬레이터를 통해 실시간으로 eZdsp2812보드와 송수신하는 방식으로 실험하였다.

3.2 소프트웨어의 구성

일반적으로 TMS320F2812 DSP칩과 같은 마이크로 컨트롤러를 제어하기 위해서는 C-code로 프로그래밍을 하는 것이 일반적이나 VisSim/ECD에서는 개발자가 구현하려는 알고리즘에 대해 기존의 시뮬레이션 툴과 같이 블록다이어그램 형태로 구현을 하면 TMS320F2812 환경에 맞는 C-code를 자동으로 생성해 준다. 이에 대해 본 논문에서는

eZdsp2812보드에 대해 VisSim/ECD환경에서 블록도를 구성하여 자동 생성된 C-code를 이용하였다.

3.3 실시간 HIL 시스템을 이용한 해석

VisSim/ECD에서는 실시간으로 PC 환경에서 JTAG 에뮬레이터를 통해 그림5과 같이 실제 하드웨어와 인터페이스 할 수 있는 기능이 있다.

이에 대해 본 논문에서는 모델링한 태양전지 어레이와 Boost Converter블록에 대해 eZdsp2812보드와 실시간 HIL(Hardware-In-Loop)시스템을 구성하여 실험에 활용하였다.



그림 5 실시간 HIL의 블록도
Fig. 5 Block of realtime HIL

4. MPPT제어에 대한 고찰

4.1 주요사항

MPPT제어 실험을 위해 구성한 VisSim/ECD의 블록(Compound Block)은 그림 6과 같다. 크게 블록은 일사량을 실시간으로 조정할 수 있는 블록과 태양전지 어레이 블록 그리고 Boost Converter 블록으로 구성되어 있다. 그리고 전력회로의 아날로그 신호에 대해 eZdsp2812보드의 전압레벨(3.3V)에 맞도록 scaling factor블록과 MPPT제어 알고리즘(C-code생성부분)이 내장되어 있는 블록으로 구성되어 있다.

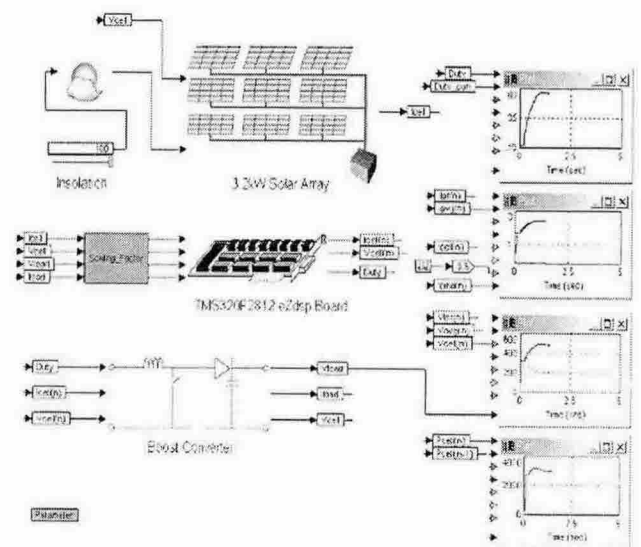


그림 6 MPPT제어에 대한 HIL 시스템
Fig. 6 HIL System for MPPT Control

