

## 흐름관식A/D변환법과 장성시간의 직접측정법을 리용한 진폭－시간 2 차원다통로스펙트르분석체계

강호, 송용혁

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 인민경제의 주체화, 현대화, 과학화를 실현하는데서 나서는 과학기술적문제를 풀기 위한 연구사업을 강화하여야 합니다.》(《김일성전집》 제83권 79페이지)

흐름관식A/D변환기의 최대입구속도는 100MSPS, 변환시간은 10ns로서 ns대역의 측정에 효과적으로 리용될수 있다.[2, 4] 그러나 지금까지 흐름관식A/D변환법을 리용하여 2차원다통로스펙트르분석체계를 구성한 자료는 발표된것이 없다.

우리는 흐름관식A/D변환법과 장성시간의 직접측정법을 리용하여 혼합마당속에서 방사선검출기신호선별과 각이한 방사선들의 에네르기 및 시간스펙트르를 측정하였다.

### 1. 회로 설계

2차원다통로스펙트르분석체계는 전처리회로, A/D변환회로, 장성시간선별회로, 자료처리회로, RS232결합회로, USB2.0결합회로로 구성하였다. 검출기에서 나오는 신호는 전처리회로를 통하여 A/D변환회로와 장성시간선별회로에 동시에 들어간다. 여기에서 A/D변환과 장성시간선별을 진행하고 자료처리회로와 RS232결합회로 또는 USB2.0결합회로를 거쳐 컴퓨터에 전송된다.

흐름관식A/D변환법을 리용하여 검출기에서 나오는 방사선을 최대 40MSPS의 속도로 측정할수 있다. A/D변환통로선택은 검출기의 종류에 따라 프로그램적으로 설정할수 있다.

우리는 A/D변환기로 AD9244를 리용하였는데 이 소자는 +5V의 단일전원으로 동작하며  $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ , 최대 590mW의 적은 소비전력을 가진다. AD9244는 발진주파수가 변화되거나 완전히 정지되는 경우 다시 정상상태를 회복하는데 100개의 발진주기를 요구한다.

고속, 고분해능A/D변환기는 발진주파수의 질 특히 발진기신호의 오름면에 대한 감도가 높다. 요동이 AD9244의 동특성에 영향을 미치는 경우에는 발진기입구를 상사입구로 취급하여야 한다. 발진기신호에 잡음이 끼우는것을 방지하기 위하여 발진기전원을 A/D변환기의 출구구동기전원과 분리시켜야 한다. AD9244는 매우 유연한 입구구조를 가지고있는데 단일입구, 변성기입구 또는 차동입구연결을 할수 있다. 또한 동작과정, 상사입구범위, 연결회로에 적합한 방식을 설정할수 있다.

입구전압(V)범위는 다음 조건에 의해 결정된다.

$$\text{AGND} - 0.3 < \text{VIN} +, \text{VIN} - < \text{AVDD} + 0.3$$

여기서 AGND와 AVDD는 보통 0, 5V이다.

AD8138을 리용하여 구성한 A/D변환기와 차동입구결합회로는 그림 1과 같다.

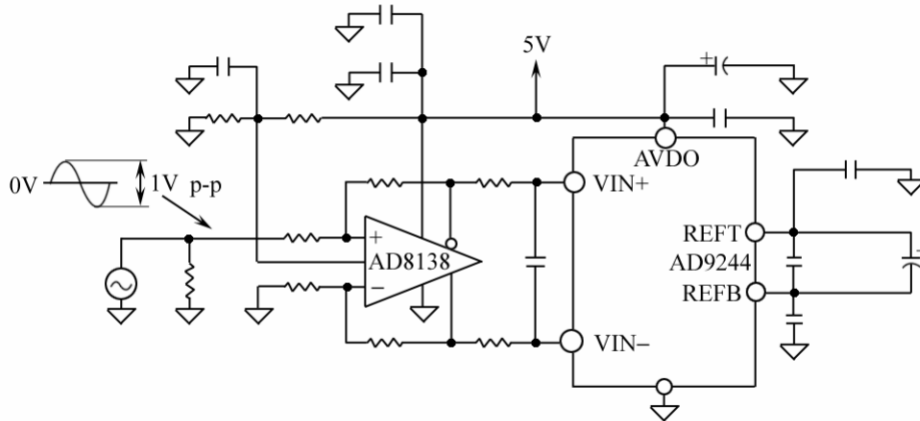


그림 1. AD8138을 리용한 차동입구결합회로

AD8138을 리용하여 차동입구결합하면 방사성원천의 세기가 셀 때 단일입구의 경우보다 A/D변환기의 특성이 훨씬 개선된다.

A/D변환기는 매 발진주기마다 입구임펄스를 접수하며 발진8주기동안 변환하여 출력한다. 발진기신호의 오름면에서 상사입구신호를 접수하며 신호가 0일 때 유지회로에 신호가 들어간다. 입구신호를 검사하여 범위를 벗어나는 신호를 선별하며 출구단자들에  $22\Omega$ 의 저항을 연결하여 출구전류가 지나치게 커지는것을 방지하고 장애영향을 감소시킨다.

각이한 온도에서 입구주파수에 따르는 SN비변화와 표본주파수에 따르는 출구전력변화는 그림 2, 3과 같다.

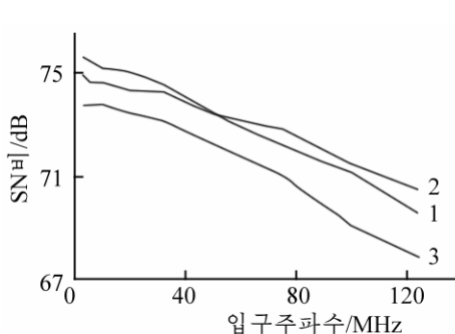


그림 2. 입구주파수에 따르는 SN비변화  
1-3은 온도가 각각  $-40$ ,  $25$ ,  $85^{\circ}\text{C}$ 인 경우

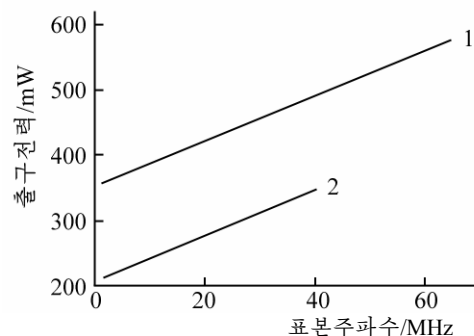


그림 3. 표본주파수에 따르는 출구전력변화  
1, 2는 각각 AD9244-65, AD9244-40을 리용한 경우

장성시간의 직접측정법으로는 장성시간이 수ns~수백 $\mu\text{s}$ 인 방사선들의 신호를 선별하며 필요한 방사선의 시간스펙트르를 측정할수 있다. 장성시간선별회로에서 검출기의 종류와 방사선의 에너기에 따라 장성시간대역을 장치적으로 또는 프로그램적으로 조종할수 있다. 장성시간은 시간간격을 직접 수자화하여 측정하는데 시간분해능이 상사간격변환기에서보다 낮지만 안정하고 조종이 간단하다.

시간분해능은 계수기의 고속작용에 의해 결정되는데 1GHz 발진주파수에서 1ns의 분해능을 얻을수 있다. 회로의 전원, 접지, 전자기차폐를 잘하여 좋은 계수특성을 얻을수 있다.

2차원 다통로 스펙트럼 분석 체계는 진폭과 시간을 동시에 측정할 수 있을 뿐 아니라 전문적인 다통로 진폭 분석기로도 리용할 수 있다.

2차원 다통로 스펙트럼 분석 체계의 기본 특성량들은 다음과 같다.

최대 진폭 변환 bit 수 14bit, 최대 시간 변환 bit 수 8bit, 최대 입구 속도 40MSPS, 미분 비선형성 오차  $\pm 0.7\text{LSB}$ , 적분 비선형성 오차  $\pm 1.0\text{LSB}$ , SN비 73dB

## 2. 분석 체계의 조종 방법

RS232 직렬 자료 통신 우리는 도형화 프로그램 작성 언어 LabVIEW와 PIC16F877A[1]를 리용하여 2차원 스펙트럼 분석기의 RS232 직렬 자료 통신을 실현하였다.

측정 체계는 먼저 장치 초기화를 진행하고 분석기로의 측정 시작 및 쓰기 신호가 나가면서 측정을 시작한다. A/D 변환이 끝난 후 새치기 신호가 발생하는데 PIC16F877A가 이 신호를 접수하면 진폭 자료와 시간 자료를 읽고 순서대로 컴퓨터에 전송한다. 새치기 신호가 발생하지 않으면 (분석기 입구에 신호가 들어오지 않았거나 A/D 변환이 끝나지 않은 경우) 대기한다. 측정 정지 신호가 없으면 측정을 반복하며 정지 신호가 있으면 전체 동작을 완료한다.

우리의 경우 보드 속도  $57.6(F_{\text{Osc}} 20\text{MHz})$ 에 대하여 오유는 3.34%, SPBRG 값은 20이다.

USB 2.0 직렬 자료 통신 CY7C68013을 리용하여 A/D 변환기, 장성 시간 선별기와 컴퓨터 사이의 USB 2.0 자료 송수신을 진행하였다.[3, 5] CY7C68013의 최대 자료 전송 속도는 480Mbps이다.

PA0은 새치기 단자, PA5-PA7(PA5 시간 자료 읽기, PA6 분석기로의 쓰기, PA7 진폭 자료 읽기)은 조종 신호 단자로 리용하며 FD0-FD15로 A/D 변환기, 장성 시간 선별기의 16bit 자료를 접수한다. 분석기는 DPLUS와 DMINUS 단자로 컴퓨터와 USB 자료 통신을 진행한다.

펌웨어 설계는 Keil C51로 작성하였는데 원천 프로그램은 DSCR.A51, USBJmpTB.OBJ, Ezusb.lib, isr.c, framework.c, DeviceCTL.c, gpif.c로 구성되어 있다. 조종은 Control 전송 방식, 자료 수집은 Bulk 전송 방식을 리용하였다. 프로그램을 실행하면 먼저 펌웨어를 적재하고 장치 설정을 하며 Control 전송 방식((\*pControlTrans)(dummybuf, VX\_START, m\_bspt, m\_MesByte), (\*pControlTrans)(dummybuf, VX\_STOP, m\_bspt, m\_MesByte))으로 분석기의 측정 시작과 정지, 통로 설정, 계수기 지우기 등 해당하는 조종 신호들이 나간다.

다음 분석기의 진폭, 시간 자료들을 Bulk 전송 방식(pBulkTrans(dummybuf, 0, 8 192))으로 8KB씩 차례로 전송하며 화면에는 1s에 한번씩 연시한다.

대면부 프로그램에서는 측정 자료의 보관과 적재, 측정 시작과 정지, 화면 지우기, 진폭 측정 혹은 진폭-시간 동시 측정 설정을 할 수 있으며 분석부에서 스펙트럼 원화, 봉우리 탐색, 봉우리 면적 계산, 눈금 새김(에너지를, 시간) 등을 진행한다.

## 맺는 말

흐름관식 A/D 변환법과 장성 시간의 직접 측정법을 리용하여 진폭-시간 2차원 다통로 스펙트럼 분석 체계를 구성하여 ns대역의 실시간 측정을 진행하였다. 이 분석 체계로는 진폭과 시간을 동시에 측정할 수 있을 뿐 아니라 전문적인 다통로 진폭 분석기로도 리용할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 61, 6, 51, 주체104(2015).
- [2] Y. K. Gupta et al.; Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 629, 149, 2011.
- [3] N. S. Bowden et al.; Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A 624, 153, 2010.
- [4] Giulia Hull et al.; IEEE Transactions on Nucl. Sci., 56, 3, 899, 2009.
- [5] Siavash Yousefi; IEEE Transactions on Nucl. Sci., 55, 5, 539, 2008.

주체105(2016)년 7월 5일 원고접수

**Amplitude-Time Two-Dimensional Multi-Channel Spectrometer using  
the Method of the Pipelined A/D Conversion and  
the Direct Measuring of Rise Time**

*Kang Ho, Song Yong Hyok*

We composed the amplitude-time two-dimensional multi-channel spectrometer using the method of the pipelined A/D conversion and the direct measuring of rise time and conducted the instant measuring of the ns range. We can not only measure amplitude and time at the same time but also can use as the special multi-channel amplitude analyzer by two-dimensional multi-channel spectrometer.

Key words: pipelined ADC, rise time, multi-channel spectrometer