

시동-정지형시간-진폭변환기의 특성량결정

김강철, 정광식

핵물리분야에서는 시간스펙트르측정을 위하여 시간-진폭변환기와 다통로진폭분석기를 결합하여 이용하고있다. 시간스펙트르측정을 위한 시동-정지형시간-진폭변환기의 구성과 조종[1,2]에 대하여서는 밝혀져있지만 그것의 기본특성량에 대한 자료는 없다.

론문에서는 시간-진폭변환기의 기본특성량인 분해시간과 미분비선형성, 적분비선형성을 결정하였다.

1. 분해시간결정

분해시간은 변환기자체에 의해 생기는 변환출구진폭의 요동을 시간요동으로 환산한 것이다. 그러므로 측정하려는 시동신호와 정지신호의 앞면이 빠르고 요동이 없어야 한다. 여기서는 수은점접발진기를 측정하려는 신호원으로 하였다. 분해시간을 측정하기 위한 구성도는 그림 1과 같다.

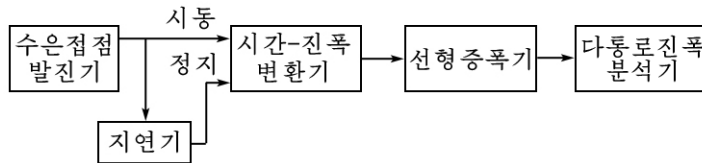


그림 1. 분해시간을 측정하기 위한 구성도

먼저 지연기의 지연시간을 설정한 변환범위의 30~50%로 조절하고 증폭기의 증폭결수를 조절하여 다통로진폭분석기의 아래통로대역에 놓이는 스펙트르봉우리의 통로번호를 N_1 이라고 하자. 그리고 지연기의 지연시간을 2ns 증가시키고 다통로진폭분석기의 윗통로대역에 생기는 새로운 스펙트르봉우리의 통로번호를 N_2 , 스펙트르의 반쪽에 해당하는 통로수를 $N_{\text{반쪽}}$ 이라고 하면 분해시간은

$$t_{\text{분해}} = N_{\text{반쪽}} \frac{\Delta t_{\text{지}}}{\Delta N} \quad (1)$$

이다. 여기서 $t_{\text{분해}}$ 는 분해시간, $\Delta t_{\text{지}}$ 는 지연시간의 증분, $\Delta N = N_2 - N_1$ 은 스펙트르봉우리의 통로수의 증분이다.

측정범위를 100ns로 하였을 때 지연시간을 측정범위의 30%로 선택하면 30ns이다. 시간이 2ns일 때 측정한 시간-진폭변환스펙트르봉우리의 통로번호는 65이며 지연시간을 2ns로 증가시키고 측정한 스펙트르봉우리의 통로번호는 122이다.(그림 2)

스펙트르봉우리의 반쪽에 해당하는 통로수는 $N_{\text{반쪽}} = 4$ 이다. 식 (1)에 의하여 계산한 시간-진폭변환기의 시간분해능은 $t_{\text{분해}} = 0.14\text{ns}$ 이다.

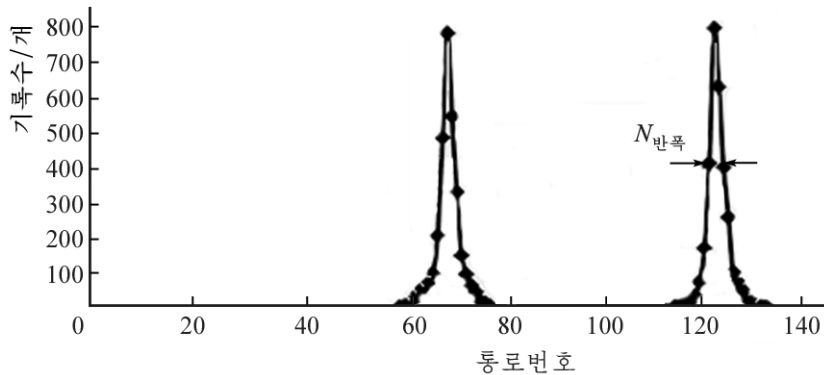


그림 2. 분해시간측정

2. 적분비선형성측정

적분비선형성측정을 위한 구성도는 그림 3과 같다.

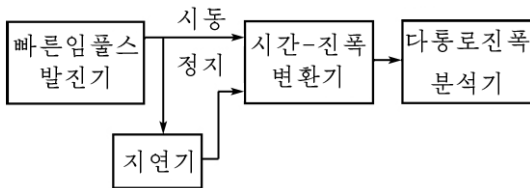


그림 3. 적분비선형성측정을 위한 구성도

2제곱법으로 해당한 직선처리를 진행하고 65ns에 대응하는 통로번호 $N_{\text{최대}}$ 를 기준으로 직선으로부터의 최대편차 ΔN 을 찾는다.

적분비선형성은 다음의 식으로 계산한다.

$$\eta(\%) = \frac{\Delta N}{N_{\text{최대}}} \cdot 100 \quad (2)$$

표에 지연시간과 통로번호사이의 관계를 주고 그림 4에 지연시간과 봉우리위치사이의 관계를 보여주는 시간-통로번호그래프를 보여주었다.

표. 지연시간과 통로번호사이의 관계

지연시간/ns	통로번호(N)	편차(ΔN)	지연시간/ns	통로번호(N)	편차(ΔN)
0	0	1.1	35	1 079.5	1.4
5	154.0	-1.0	40	1 233.7	1.7
10	308.4	-0.4	45	1 386.9	1.1
15	462.5	-0.2	50	1 540.0	0.3
20	616.8	0.3	55	1 693.2	-0.4
25	771.0	0.4	60	1 846.3	-1.1
30	925.2	0.9	65	1 999.5	-0.7

표로부터 최소2제곱법을 리용하여 직선처리를 진행한다.

$$y = ax + b \quad (3)$$

식 (3)에서 $a = 30.8$, $b = 1.1$ 이다. 따라서

$$y = 30.8x + 1.1 \quad (4)$$

이다. 봉우리위치의 최대편차는 지연시간이 40ns일 때 1.7이며 식 (2)로부터 적분비선형성은 0.08%이하이다.

3. 미분비선형성측정

미분비선형성측정을 위한 구성도는 그림 5와 같다.

미분비선형성측정에서는 2개의 독립적인 빠른임펄스발진기를 리용한다. 1개는 시동임펄스를 발생하고 다른 1개는 정지임펄스를 발생하며 효율을 높이기 위하여 정지임펄스의 주기를 시동임펄스의 주기보다 약간 크게 한다.

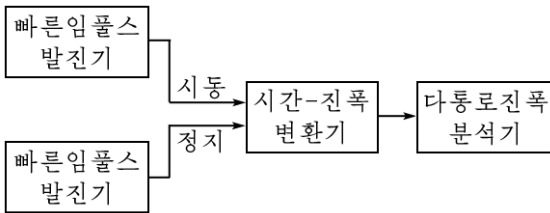


그림 5. 미분비선형성측정을 위한 구성도

350kHz로, 정지입구에 들어가는 임펄스발진기의 주파수를 300kHz로 동작시킬 때 최대기록수는 51 663개, 평균기록수는 50 968개였다.(그림 6) 식 (5)에 의하여 결정된 미분비선형성은 1.3%이하이다.

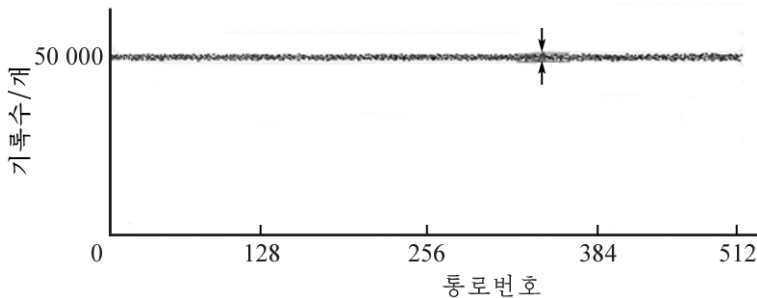


그림 6. 미분비선형성측정

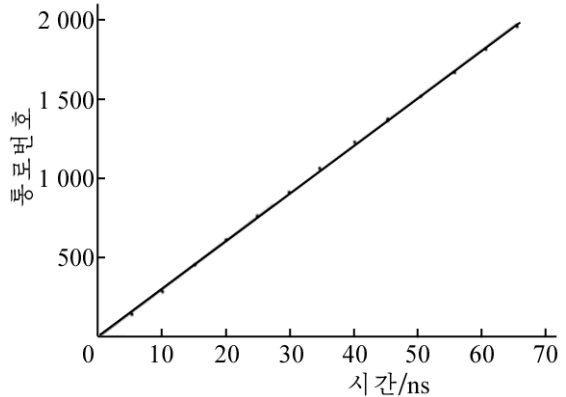


그림 4. 시간-통로번호그래프

미분비선형성은 다음식으로 계산한다.

$$\eta_{\text{미}}(\%) = \frac{|N_i - \bar{N}|_{\text{최대}}}{\bar{N}} \cdot 100 \quad (5)$$

여기서 \bar{N} 는 통로의 평균기록수이며 $|N_i - \bar{N}|_{\text{최대}}$ 는 통로의 최대기록수에서 평균기록수를 뺀 차이이다.

실험에서 시간-진폭변환기의 시동입구에 들어가는 임펄스발진기의 주파수를

맺는 말

시동-정지형시간-진폭변환기의 분해시간은 0.14ns, 적분비선형성은 0.08%이하, 미분비선형성은 1.3%이하이다.

참 고 문 헌

- [1] 정광식 등; 원자력, 3, 27, 주체107(2018).
- [2] E. A. Мелешко; Наносекундная Электроника в Экспериментальной Физике, Энергоатомиздат, 1~210, 1987.

주체108(2019)년 12월 5일 원고접수

Determination of Characteristics of Start-Stop Style Time-Amplitude Converter(TAC)

Kim Kang Chol, Jong Kwang Sik

The characteristics of the start-stop style time-amplitude converter are as follows: resolution time is 0.14ns, integral nonlinearity is below 0.08%, differential nonlinearity is below 1.3%.

Keywords: TAC, resolution time, integral nonlinearity, differential nonlinearity