

임펄스빛재설정전하수감예비증폭기에 대한 연구

윤원철, 남광원

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《원자력을 생산에 받아들이기 위한 연구사업을 전망성있게 진행하며 방사성동위원소와 방사선을 공업과 농촌경리를 비롯한 여러 부문들에 널리 적용하여야 할것입니다.》

(《김일성전집》 제27권 391페이지)

저항귀환결합전하수감예비증폭기는 방사선검출기들의 출력신호를 정밀하게 비례증폭하는데 리용되고있지만 귀환저항값이 큰것으로 하여 계수속도가 빠를 때에는 특성이 나빠지는 결함이 있다. 그러므로 임펄스귀환결합방식으로 귀환콘덴샤에 충전되는 전하를 방전시켜 재설정을 보장하는 전하수감예비증폭기들을 개발리용하고있다.[1-3]

우리는 전하수감단, 슈미트회로, LED구동기로 임펄스귀환결합전하수감예비증폭기를 구성하고 재설정특성을 연구하였다.

1. 회로 구성

전하수감예비증폭기들의 공통점은 기본증폭회로와 함께 귀환콘덴샤 C_f 가 있는것이다. 예비증폭기입구에 검출기로부터 신호가 들어올 때마다 귀환콘덴샤는 충전되며 귀환콘덴샤와 병렬로 련결된 귀환저항으로 전하량을 방전시킨다.

에너지기분해능을 보장하기 위하여 귀환저항을 수GΩ정도로 크게 하여야 하며 이로부터 계수속도가 떨어지고 열잡음이 발생하는 등 문제점들이 생기게 된다.

우리는 귀환저항을 없애고 귀환콘덴샤에 충전된 전하량을 순간적으로 방전시키기 위한 임펄스빛재설정전하수감예비증폭기를 설계하였다.(그림 1)

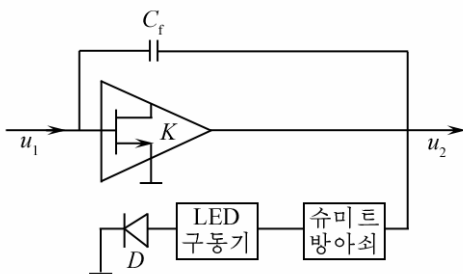


그림 1. 임펄스빛재설정전하수감예비증폭기
 C_f 는 귀환콘덴샤, u_1 은 입구신호, u_2 는 증폭기 출구전압, D 는 LED, K 는 첫 단계 마당효과 3극소자를 리용한 전하수감단

회로설계에서 기본은 마당효과3극소자의 조종극에 빛을 쏘일 때 소자가 열린다는것이다.

먼저 마당효과3극소자의 금속외피웃부분을 제거하고 LED로 빛을 쏘이면서 소자가 열리는 빛조임조건을 조사하였다.

C_f 와 병렬로 련결되였던 귀환저항 R_f 가 없으므로 마당효과3극소자의 입구로 검출기신호가 들어올 때마다 u_2 는 계단식으로 증가한다.

슈미트방아쇠회로는 연산증폭기 $\mu A710$ 을 리용한 비교기인데 u_2 가 일정한 전압까지 오르면 절환되면서 LED구동기를 동작시킨다.

LED는 백열전구와는 달리 응답속도가 대단히 빠르다. LED빛에 의하여 마당효과3극소

자가 열리며 귀환콘덴서에 충전되었던 전하가 조종극-원천극을 통하여 접지로 방전된다. 이때 u_2 는 기준선까지 회복된다.

LED의 빛세기가 약하면 조종극이 열리지 않는데 이때에는 입구신호가 들어온다고 하여도 증폭기가 동작하지 않는다.

증폭기에 신호가 들어오기 전 비교기의 출구전압은 3.5V이며 이때 LED구동기는 동작하지 않는다. 따라서 LED는 빛을 내보내지 않는다. 예비증폭기출구전압 u_2 가 슈미트방아쇠회로의 턱값을 넘는 순간 슈미트회로가 절환되면서 출구전압이 -0.6V로 낮아진다. 이때 LED구동기가 동작하면서 빛을 내보낸다. 이 빛이 마당효과3극소자의 조종극에 쏘여지도록 LED와 마당효과3극소자를 광학적으로 결합시킨다.

슈미트회로가 다시 초기상태로 절환되면 LED구동기도 동작하지 않으며 따라서 LED는 빛을 내보내지 않는다.

2. 임펄스재설정특성

귀환반도체방사선검출기와 α 선원천 ^{239}Pu 를 리용하여 측정한 임펄스빛재설정전하수감예비증폭기의 재설정특성은 그림 2와 같다. 이때 슈미트방아쇠회로의 턱값 $u_{\text{턱}}$ 을 500mV로 낮게 설정하였다.

그림 2에서 보는바와 같이 네번째 신호가 중첩된 다음 예비증폭기의 출구준위가 기준선까지 재설정된다는것을 알수 있다. ^{239}Pu 의 α 입자에 대한 전하수감예비증폭기의 출구신호는 120mV였다.

우리가 설계제작한 임펄스빛재설정전하수감예비증폭기의 선형동작대역을 확정한 결과 적분비선형이 0.01%이하인 대역은 0-5.6V이다. 즉 계수속도가 빠를 때 슈미트회로의 턱값을 5.6V로 설정하면 안정하게 동작할수 있다.

t_1 은 예비증폭기에 입구신호가 들어오기 전부터 출구전압 u_2 가 슈미트회로의 턱값까지 커질 때까지의 시간으로서 계수속도와 비교턱전압에 관계된다.

t_2 는 재설정시간으로서 마당효과3극소자에 관계된다.

마당효과3극소자는 조종극에 빛임펄스가 작용하면 일정한 시간동안 특성이 변화되어 다음신호에 대하여 동작하지 않는다. 이 시간을 t_3 으로 표시하였다. 우리가 제작한 회로에서 t_3 은 260 μs 로 측정되었다. 이 시간은 예비증폭기의 불감시간으로 되며 계수속도가 빠를 때 오차를 가져온다.

일정한 시간동안의 재설정회수는 예비증폭기의 입구에 들어오는 신호임펄스의 개수와 그 전압진폭에 관계된다. 재설정회수가 많을수록 오차가 더 커진다.

우리가 제작한 임펄스빛재설정전하수감예비증폭기는 에너르기가 작은 X선에 대하여 계수속도를 빠르게 하여 측정할 때 효과적이다.

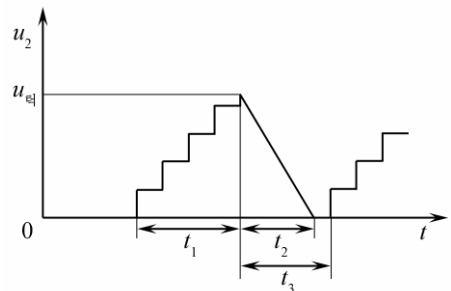


그림 2. 임펄스빛재설정전하수감예비증폭기의 재설정특성

맺는 말

마당효과3극소자의 빛수감특성을 리용하여 임폴스빗재설정전하수감예비증폭기를 설계 제작하였다. 임폴스빗재설정전하수감예비증폭기는 귀환저항이 없이도 정확히 재설정할수 있다. 이 증폭기는 저에너지X선스펙트르를 고속측정하는데 리용할수 있다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 52, 10, 111, 주체95(2006).
- [2] M. A. Baturitsky et al.; Nucl. Instrum. and Methods in Rhys. Res., A 399, 113, 1997.
- [3] Yaping Wang et al.; Nucl. Instrum. and Methods in Phys. Res., A 687, 75, 2012.

주체105(2016)년 11월 5일 원고접수

On the Pulse Photo-Restore Charge Sensitive Preamplifier

Yun Won Chol, Nam Kwang Won

We designed the charge sensitive preamplifier restoring by photo-pulse and investigated the characteristics of restore.

We confirmed experimentally that the charge sensitive preamplifier could correctly restore without the feedback resistance.

Key words: charge sensitive preamplifier, photo-pulse