

복사선광물탐사에서 각도수감소자를 리용한 L형수신안테나의 평형유지방법

고명선, 박성일, 리이철

복사선광물탐사기는 핵자기공명에 의하여 발생한 복사선을 추적하여 깊은 땅속에 묻혀있는 귀금속들과 광물들을 탐지하는 현대적인 물리탐사기구로서 2012년에 처음으로 인터넷망에 간단히 소개되었다.[4]

복사선광물탐사에서 수신안테나의 수평유지는 다루는 사람의 숙련 정도에도 많이 관계되지만 보다 중요하게는 수평유지를 잘하지 못하면 탐측때 수신안테나의 사궤각도가 달라지게 되므로 탐사에서 정확성과 재현성을 보장할수 없게 된다.

본문에서는 가속도수감소자 ADXL202E로 각도수감회로를 구성하여 수신안테나에 설치하고 평형상태를 LED로 표시함으로써 작업과정에 수신자가 안테나를 정확히 유지할수 있게 하는 방법을 연구하였다.

1. 수감소자 ADXL202E의 동작특성

하나의 IC소편으로 된 수감소자 ADXL202E는 $\pm 2g$ 총만비출구를 가진 2중축가속도수감소자로서 경사도, 진동과 충격검측 등 여러가지 용도에 리용된다. 이 수감소자의 특징은 동작전압이 $3 \sim 5.25V$ 이고 소비전류가 $0.6mA$ 이하로서 매우 작은것이다. 잡음은 일반적으로 $200\mu g/Hz$ 로서 매우 작으며 허용신호분해능은 $60Hz$ 에서 $2mg$ 이하이다.[1]

ADXL202E의 수자출구신호는 총만비해신기를 리용하여 조종하며 가속도는 열림시간 T_1 과 닫김시간 T_2 의 비에 비례한다. 감도축이 중력가속도방향과 수직일 때 가속도계는 경사도에 대하여 최대감도를 가진다. 다시말하여 감도축이 지구의 표면에 수평일 때 가속도계는 경사도에 대하여 최대로 민감하다.[3]

2중축경사도수감부는 가속도를 경사각도로 변환하여 출력한다. 즉 경사각도의 변화에 따라 총만비 T_1/T_2 가 변하는데 이 신호는 RC로 구성된 적분기를 통하여 두준위비교기의 입구에 들어간다.

두준위비교기의 기본회로와 그것의 전송특성은 그림 1과 같다.

그림 1에서 첫번째 연산증폭기 A_1 은 턴전압이 u_{RH} 인 한준위비교기로 동작하고 두번째 연산증폭기 A_2 는 턴전압이 u_{RL} 인 한준위비교기로 동작한다. 비교기의 출구에는 2개의 2극소자 D_1 과 D_2 로 이루어진 OR회로가 련결되어있다. 전송특성의 가로축에는 u_{RL} 과 u_{RH} 의 두 기준점이 있다.

$u_i > u_{RH}$ 일 때 A_1 의 출구전압 u_{01} 은 높은 준위로 되어 D_1 이 열리고 A_2 의 출구전압 u_{02} 은 낮은 준위로 되어 D_2 는 차단된다. 따라서 비교기의 출구전압은 높은 준위로 된다.

$u_i < u_{RL}$ 일 때 u_{02} 가 높은 준위로 되어 D_2 가 열리고 u_{01} 이 낮은 준위로 되어 D_1 이 차단된다. 따라서 비교기의 출구전압은 여전히 높은 준위를 유지한다.

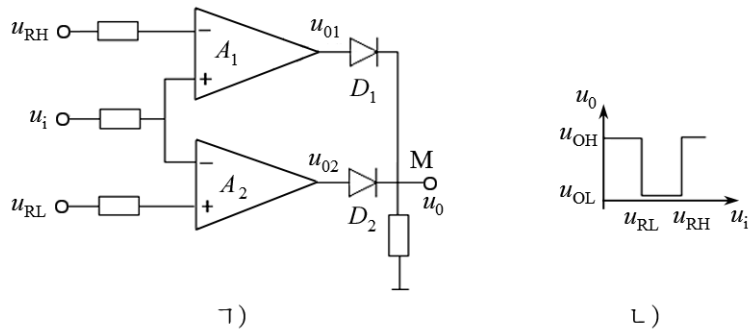


그림 1. 두준위비교기의 기본회로(가))와 그것의 전송특성(나))

$u_{RL} < u_i < u_{RH}$ 일 때 A_1 의 비반전입구준위가 반전입구준위보다 낮아지므로 u_{O1} 은 낮은 준위로 된다. A_2 도 역시 비반전입구준위가 반전입구준위보다 낮기때문에 u_{O2} 도 낮은 준위로 된다. 따라서 D_1 과 D_2 가 모두 열리지 않으며 비교기의 출구전압은 낮은 준위 ($u_0 = 0$)로 된다.[2]

2. 각도수감회로의 구성과 동작과정

ADXL202E를 리용한 각도수감회로를 설계할 때 고려할것은 충만비출구신호인데 충만비신호주기와 려파콘덴사선정을 적합하게 하여 대역, 신호분해능, 표본화시간을 설정하여야 한다. 충만비신호(DCM)주기는 보통 $0.5 \sim 10\text{ms}$ 로 설정할수 있다.[1] DCM주기를 2ms 로 할 때 R_{SET} 의 값은 $R_{SET} = T_2 \cdot 125\text{M}\Omega = 250\text{k}\Omega$ 으로 계산하였다. 려파콘덴사 C_X , C_Y 는 DCM주기가 500Hz 일 때 $0.01\mu\text{F}$ 이다.

각도수감회로의 구성도는 그림 2와 같다.

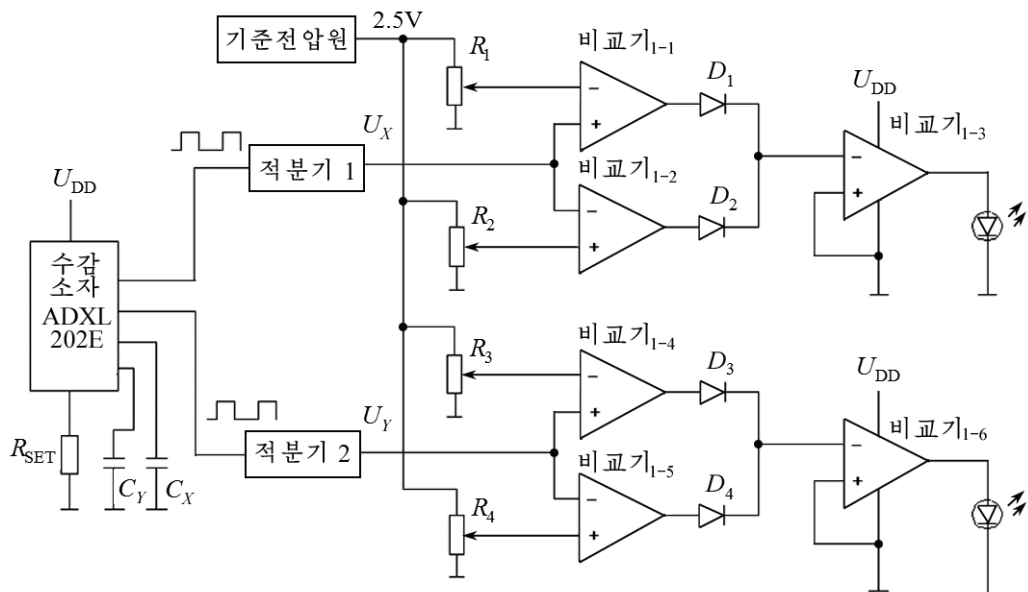


그림 2. 각도수감회로의 구성도

각도수감회로는 수감소자 ADXL202E와 2개의 적분회로, 비교기와 기준전압원 등으로 구성되었다. 회로에서 수감부는 초소형소편외함형식으로 된 집적회로수감부이다.

4중전압비교기 LM339에서 2개의 연산증폭기는 두준위비교기로, 1개의 연산증폭기는 반전입구령점비교기로 리용하였다. 기준전압원은 정밀기준전압안정소자 TL431로 회로를 구성하였다.

회로의 동작과정은 다음과 같다.

수감소자 ADXL202E에서 2개의 수자출구단자는 500Hz, 충만비가 50%(평형상태일 때)인 구형파임펄스신호를 내보내며 X 축, Y 축의 각도변화에 따라 충만비가 변화된다. 수평 또는 수직축이 평형상태(그림 2에서 $u_{RL} < u_i < u_{RH}$ 일 때)에 있을 때에는 두준위비교기의 출구는 낮은 준위로 된다. 이때 반전입구령점비교기의 입구는 낮은 준위로 되고 출구는 높은 준위로 되어 LED표시소자가 동작한다.

만일 X 축이나 Y 축의 각도가 변하면 적분기를 걸친 직류전압준위 즉 두 비교기의 반전, 비반전입구전압이 턴전압조절기(R_1, R_2, R_3, R_4)전압보다 크거나 작아지게 되므로 두준위비교기출구신호는 높은 준위로 되고 반전입구령점비교기의 출구는 낮은 준위로 된다.

3. 결과 및 분석

회로를 평면으로 된 기구틀에 설치하고 수평, 수직각도를 2° 씩 변화시키면서 수자식 만능전기측정기 DT9208A로 적분기 1과 2의 출구전압 즉 두준위비교기의 입구신호전압을 측정하고 각도변화에 따르는 U_X, U_Y 의 증가분을 계산하였다.

수신안테나의 각도변화에 따르는 적분기의 출구전압은 표와 같다.

표. 각도변화에 따르는 적분기의 출구전압

각도/°	U_X/V	U_Y/V	각도/°	U_X/V	U_Y/V
-8	1.122	1.272	2	1.073	1.223
-6	1.112	1.263	4	1.063	1.213
-4	1.102	1.253	6	1.053	1.204
-2	1.093	1.243	8	1.044	1.194
0	1.083	1.234			

표에서 보는바와 같이 각도에 따르는 출구전압의 변화는 선형관계이며 변화량은 1° 당 $4.5 \sim 5mV$ 이다.

각도수감회로는 수신안테나의 손잡이웃부분에 설치하고 수평방향과 수직방향의 한계각도를 정하여 2개의 LED(실제로 적색LED는 수직각도, 녹색LED는 수평각도)로 표시함으로써 탐사성원으로 하여금 추적안테나의 정확한 위치를 보장할수 있게 하였다.

맺 는 말

복사선허광물탐사기의 L형수신안테나에 각도수감회로를 설치하여 수신안테나의 수평, 수직각도를 정확히 유지할수 있게 함으로써 탐사의 정확도를 높이고 탐사시간을 훨씬 줄이였다. 반복측정때 재현성은 90%이상이다.

참 고 문 헌

- [1] 왕경흡; 수감요소용집적회로응용편람, 공업출판사, 5~559, 주체103(2014).
- [2] 정정현; 실용전자회로설계, 공업출판사, 218~255, 주체100(2011).
- [3] A. Miskam et al.; Journal of Applied Sciences, 9, 13, 2451, 2009.
- [4] C. D. Ghilani et al.; Elementary Surveying, An Introduction to Geomatics, Prenitice Hall, 87~89, 2012.

주체108(2019)년 9월 5일 원고접수

A Method of Balance Maintenance of L-Receiving Antenna with Angle Sensor for Radiation Mineral Exploration

Ko Myong Son, Pak Song Il and Ri I Chol

Balance maintenance of receiving antenna for radiation mineral exploration mainly depended on operator's skill. If the balance is not ensured, the accuracy and the reproducibility in exploration cannot be guaranteed.

Setting the angle sensor circuit on L-receiving antenna, we maintained the exact angle for horizontal and vertical orientation, thus reduced the measurement time considerably. The reproducibility for a repeat measurement is not less than 90%.

Keywords: acceleration sensor, angle sensor, mineral exploration