

수자식물순도측정기의 제작에 대한 연구

량용만, 정철국

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구기관들과 교육기관들에서 현대적인 검사기술수단, 계량계측수단들을 연구개발하기 위한 사업을 추진하면서 다른 나라들과의 교류와 협조를 통하여 발전된 검사수단들을 적극 받아들이도록 하여야 합니다.》

화력발전소의 보이라급수, 증류수, 탈이온수 등의 순도를 신속정확하게 측정하는 문제는 매우 중요하다.

세계적으로 물순도에 대한 요구는 끊임없이 높아지고있다. 물순도측정에는 교류전기전도도측정법과 교류저항측정법이 많이 리용되고있으며 일반적으로 널리 리용되고있는 초순수의 비저항은 $18.2\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 이다.[1, 2]

우리는 고성능연산증폭기[3, 4]를 리용하여 교류저항측정에 의한 수자식물순도측정기를 설계제작하였다.

1. 물의 순도측정원리

일반적으로 용액의 전기저항 R 는 다음식으로 표시된다.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

여기서 $\rho(\Omega\cdot\text{cm})$ 는 비저항으로서 길이 $l=1\text{cm}$, 자름면적 $S=1\text{cm}^2$ 인 용액기둥의 전기저항과 같다. 물의 순도를 측정할 때 정확하게는 비저항을 측정하지만 일반적으로 전기저항을 측정한다고 말한다.

물의 순도가 낮을수록 불순물이온이 많으므로 물의 전기저항은 작아지며 물의 순도가 높을수록 불순물이온 즉 전기나르개의 개수가 작아지므로 전기저항은 커진다. 따라서 전기저항이 클수록 물의 순도는 높다고 말할수 있다.

물의 순도는 물의 저주파교류저항(간단히 교류저항 또는 저항)을 측정하여 잰다.

고성능연산증폭기를 리용하여 물의 전기저항을 측정하였는데 그 전기저항측정회로는 그림 1과 같다.

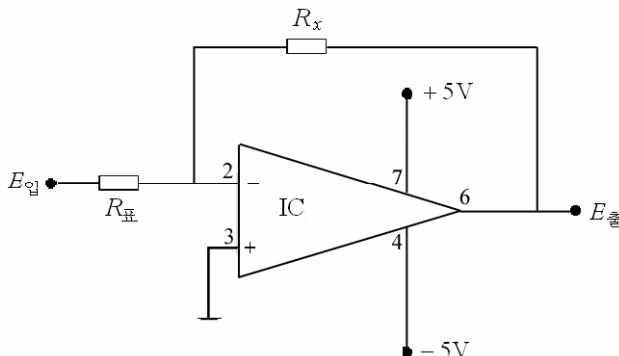


그림 1. 고성능연산증폭기에 의한 전기저항측정회로

그림 1에서 고성능연산증폭기는 반전증폭회로로 동작하며 입구전압 $E_{\text{입}}$ 과 출구전압 $E_{\text{출}}$ 사이에는 다음의 관계가 성립한다.

$$E_{\text{출}} = \frac{R_x}{R_{\text{표}}} E_{\text{입}}$$

만일 $R_{\text{표}}=1\text{k}\Omega$, $E_{\text{입}}=1\text{V}$ 이면 $E_{\text{출}}=R_x$ 로 된다. 즉 출구전압이 그대로 전기저항값으로 된다.

2. 수자식물순도측정기의 구성체계

우리는 고성능연산증폭기와 백금전기전도도수감부, 그 주변회로를 리용하여 수자식물 순도측정기를 구성하였다.(그림 2)

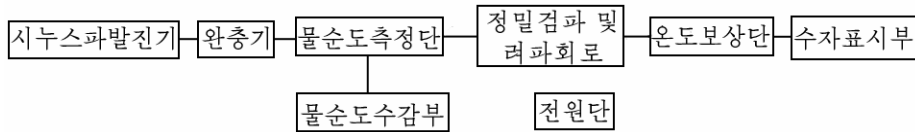


그림 2. 수자식물순도측정기의 구성체계

물의 순도측정에는 직류를 쓸수 없다. 직류를 쓰면 전기분해가 일어나면서 정확한 물의 전기저항을 측정할수 없으므로 전기분해를 일으키지 않는 교류를 리용한다.

시누스파발진기는 물의 전기저항을 측정하는데 필요한 주파수가 1 000Hz인 시누스파 교류를 만들어내는 기능을 수행한다.

완충기는 입구저항이 매우 크므로 시누스파발진기가 안전하게 발진하게 하며 또 출구저항이 매우 작으므로 시누스파발진기에서 발진되는 시누스파가 이지러짐이 없이 안정하게 물순도측정회로에 들어가게 하는 기능을 수행한다.

물순도수감부로는 백금전기전도도수감부 DJS-1C를 리용하였으며 이것은 전해질용액에서 용액의 저항변화를 수감하는 기능을 수행한다.

물순도측정단은 그림 1의 전기저항측정원리를 리용하여 물의 순도를 측정하는 기능을 수행한다.

물의 전기저항은 온도가 증가함에 따라 감소한다. 이 변화값은 무시할수 없으며 온도에 따라 보상하여야 한다. 온도보상단은 수동으로 설정하여준 온도에 맞게 자동온도보상을 수행하는 기능을 수행한다.

정밀검파 및 려파회로는 교류를 직류로 변환하여 려파하는 기능을 수행한다. 얻어진 직류전압의 크기는 물의 저항값의 크기에 비례한다.

수자표시부는 이 직류전압을 상사-수자변환하여 물의 순도 즉 물의 전기저항을 수값으로 표시하는 기능을 수행한다.

전원단은 수자식물순도측정기를 동작시키는데 필요한 안정전압을 보장하는 기능을 수행한다.

3. 수자식물순도측정기의 제작 및 기술적특성

그림 2에 기초하여 수자식물순도측정기를 설계제작하였다.

시누스파발진기회로는 그림 3과 같다.

그림 3에서 $C_1 - C_4$ 는 발진방지 및 전원 려파축전기이다. R_1, R_2, R_3, R_4, C_5 는 발진요소들이며 발진주파수를 결정한다.

완충기회로는 전압반복기로 되어있으며 따라서 입구저항은 매우 크고 출구저항은

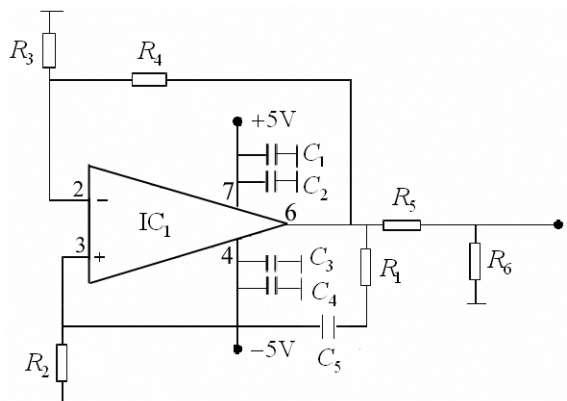


그림 3. 시누스파발진기회로

매우 작다.

물순도측정회로는 그림 4와 같다. 그림 4에서 절₂는 대역절환스위치이다. 대역절환단은 물순도측정장치가 넓은 대역에서 물의 순도를 측정할수 있게 한다. 대역절환범위는 0~20MΩ, 0~2MΩ, 0~200kΩ, 0~20kΩ이다.

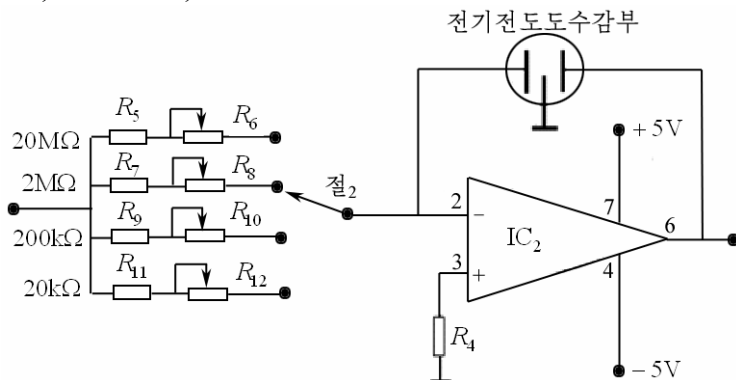


그림 4. 물순도측정회로

온도보상회로는 그림 5와 같다.

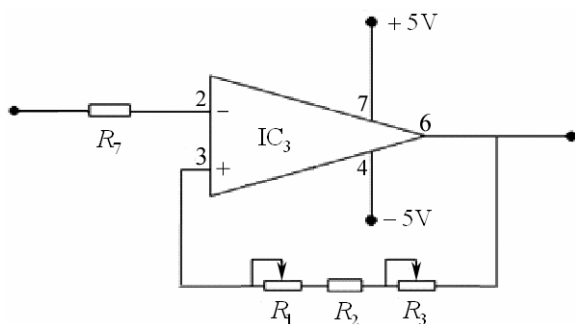


그림 5. 온도보상회로

그림 5에서 R_1 은 온도보상조절기인데 외부에 설치되어있으며 온도눈금이 새겨져있다. 해당온도눈금에 조절기를 맞추어놓으면 내부적으로 증폭도가 조절되면서 온도가 자동적으로 보상된다.

정밀검파 및 러파회로는 그림 6과 같다.

그림 6에서 고성능연산증폭기 IC_4 와 검파소자 D_1, D_2, R_3 은 정밀검파회로를 이루며 R_5, R_6, R_7, C_1, C_2 는 러파회로를 이

룬다. 이 러파회로에서 검파된 신호는 수자표시부에서 수값으로 표시된다.

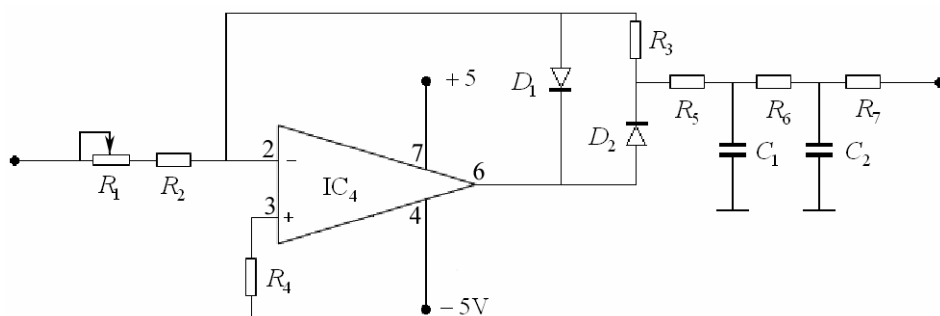


그림 6. 정밀검파 및 러파회로

수자식물순도측정기의 기술적특성은 다음과 같다.

물순도측정범위: 0~20MΩ, 0~2MΩ, 0~200kΩ, 0~20kΩ

물순도측정분해능: $\pm(0.01\sim0.1)$

사용전압범위: 교류 160~240V(50~60Hz)

맺 는 말

우리는 고성능연산증폭기와 백금전기전도도수감부를 리용하여 수자식물순도측정기를 설계제작하였다.

물순도측정범위: $0\sim 20\text{M}\Omega$, $0\sim 2\text{M}\Omega$, $0\sim 200\text{k}\Omega$, $0\sim 20\text{k}\Omega$

물순도측정분해능: $\pm(0.01\sim 0.1)$

참 고 문 헌

- [1] Paolo Bollela et al.; Electroanal., 29, 78, 2017.
- [2] Cuo Zhao et al.; Electroanal., 29, 498, 2017.
- [3] Sergio Franco et al.; Design with Operational Amplifier and Analog Integrated Circuits, McGraw-Hill, 658, 2002.
- [4] 王一玲; 运算方大器(理论与设计), 清华大学出版社, 250, 2006.

주체109(2020)년 7월 5일 원고접수

On the Manufacture of the Digital Measuring Instrument of Water Purity

Ryang Yong Man, Jong Chol Guk

We manufactured the digital measuring instrument of water purity by using the high performance operation amplifier and platinum electric conductivity sensor. The range of measurement of water purity is $0\sim 20\text{M}\Omega$, $0\sim 2\text{M}\Omega$, $0\sim 200\text{k}\Omega$ and $0\sim 20\text{k}\Omega$.

Keywords: high performance operation amplifier, digital measuring instrument of water purity