

가정에서도 치료받을 수 있는 개인용 고압산소챔버 임베디드 시스템 개발

*남상훈, 서보민, 최여은, 안혜성, 정수빈 [†]신태민

*연세대학교 의공학과

*tjdrhd9387@naver.com, [†]tmshin@yonsei.ac.kr

Development of an Embedded System for Personal Hiperbaric Oxygen Chamber for Home Treatment

Sang-Hoon Nam, Bo-Min Seo, Yeo-Eun Choi, Hye-Sung An, Jung-Su Bin, [†]Tae-Min Shin

Department of Biomedical Engineering, Yonsei University

요 약

고압산소 치료란 1기압 환경과 달리 최대 5기압에서 100%농도의 산소를 흡입하는 치료법이다. 고압환경에서 고농도의 산소를 흡입하는 경우 혈장 내 산소가 높은 농도로 녹아들게 된다. 일반적인 경우 상처 이유 및 세포까지의 산소 공급은 헤모글로빈으로 전달되는데 질병이나 사고로 인하여 전달하지 못하는 경우 썩기 시작하여 괴사로 이어진다. 그러나 고압산소치료를 하는 경우 헤모글로빈이 아닌 혈장 내 높은 산소농도를 통해 좁은 혈관으로도 전달할 수 있어 자가회복이 가능하다. 이러한 치료법을 통해 당뇨병이나 화개로 일단 일산화탄소 중독 환자, 감수병, 고산병 등의 환자들이 많이 사용하는 치료법이다. 고압산소치료법의 경우 일반적으로 1~2회로 치료가 완치되는 것이 아닌 지속적으로 하여 자가회복을 통해 치료하는 방법이다. 이러한 방식으로 인해 환자의 경우 병원에 지속적으로 가게 되어 치료를 진행하게 되는데, 이로 인해 노인분들의 경우 어느정도 회복경과가 있으면 병원에 가지않는 경우가 일어난다. 그리고 환자가 아니더라도 자가회복에 큰 효과를 나타내기에 피로회복이 필요한 운동선수들의 경우 구단에서 산소 발생기를 사용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 산소발생기보다는 높은 2기압환경에서 100%산소를 흡입할 수 있는 개인용 고압산소챔버 임베디드 시스템을 개발하였다.

I. 서 론

고압산소 치료란 높은 기압에서 100% 농도의 산소를 흡입하는 치료법이다. 고압환경에서 고농도의 산소를 흡입하는 경우 혈장 내에 높은 산소가 녹아 들어 질병이나 사고로 인해 헤모글로빈이 지나가지 못하는 혈관에도 산소를 공급할 수 있어 세포를 활성화 및 회복시킬 수 있다. 그러한 치료법으로 인해 당뇨 창상 환자나 화개로 인한 일산화탄소 중독 환자, 고산병 잠수병 등의 환자들이 많이 사용하는 치료법이다.

세포까지 산소를 충분히 전달하여 자가회복 및 피로회복에 큰 효과를 나타내는 치료법으로 지속적인 치료가 진행되어야 하며, 이러한 효과로 인해 큰 구단의 경우 선수들의 피로회복에도 사용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 환자의 지속적인 치료와 운동선수들의 피로회복을 위해, 그리고 기존의 산소발생기보다 높은 효과를 나타내기 위해 2기압 환경에서 고농도의 산소를 흡입할 수 있는 개인용 고압산소 임베디드 시스템을 개발하였으며, 현재 병원에서 사용되는 치료용 고압산소챔버 규격 내 작동되도록 설계하였다.

II. 본론

본 연구에서는 Cortex-M3기반의 MCU(STM32F103)를 사용하여 전반적인 임베디드 시스템을 제어하도록 설계하였다. 챔버 내부 모니터링을 위해 압력센서, 이산화탄소 센서, 산소 센서, 유량 센서, 온습도센서를 사용하였으며, 외부에서 다양한 기능을 사용할 수 있도록 스위치 5개, 그리고 챔버 내부의 기압 조절을 위해 솔레노이드 밸브 8개와 정공 레귤레이터 2개를 사용하였다.

전원은 총 3개로 기본적으로 주어지는 24V와 회로 내 IC를 위한 5V와 MCU를 위한 3.3V로 구성되어 있으며, Power 회로부는 [Figure 1]과 같다.

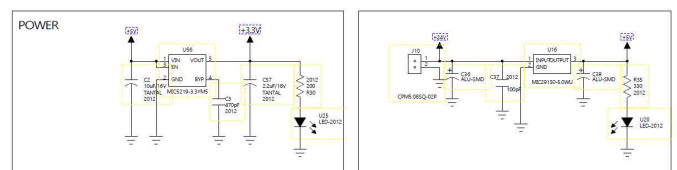


Figure 1. Power Circuit

정공 레귤레이터의 경우 4~20mA로 기체의 전달량을 조절할 수 있으며, 전원은 24로 작동된다. 따라서 MCU의 DAC기능을 사용하여 0~3.3V의 전압을 XTR110소자로 보내게 된다. XTR110은 받은 전압을 통해 4~20mA로 변환시켜준다. 이 경우 MCU의 DAC의 출력단에 다른 전압이상이 발생하지 않기 위하여 Voltage Follower회로를 구성하였으며, 이는 [Figure 2]와 같다.

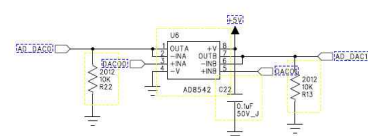


Figure 2. Voltage Follower Circuit

Switch의 경우 총 4개의 Idle, Press, Pressed, Rising으로 4개의 State를 통해 Chattering을 피하도록 설계하였으며, 총 5개의 버튼을 누름으로 컴퓨터로 버튼에 따른 이니셜을 보내도록 설계 하였다.

센서의 경우 산소센서, 압력센서, 유량센서, 온습도 센서의 경우 전원인가 시 아날로그 신호로 출력되는 센서로 각 센서의 출력단에 노이즈 제거를 위한 RLC로 구성된 Low-pass Filter를 설계하였으며, 실제 테스트 시 1%내의 노이즈 오차를 나타내었으며, 실제 설계된 회로는 [Figure 3]과 같다.

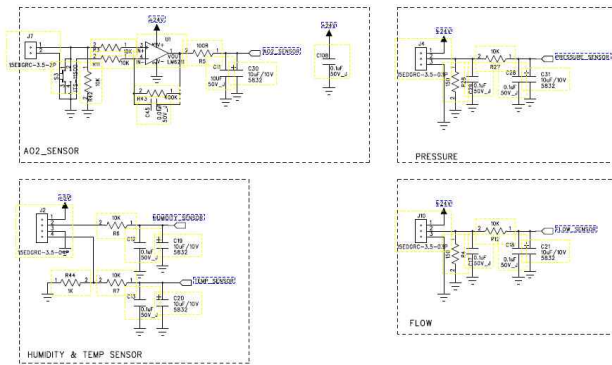


Figure 3. Sensor Circuit

챔버내부의 압력제어를 위해 솔레노이드 밸브 8개와 정공레귤레이터를 사용하였으며, 밸브의 On/OFF를 위하여 24V가 인가되어야 한다. 이러한 경우 MCU나 센서와 같은 그라운드(GND)를 사용하면 밸브의 작동에 따라 큰 전류가 소모됨으로써 노이즈가 발생한다. 이러한 노이즈가 MCU나 센서에 영향을 미치는 경우 올바른 디텍팅이 불가하여 이러한 노이즈를 위해 밸브의 On/Off를 Photo Coupler형태의 Isolation을 통해 작동되도록 설계하였으며, MCU는 트랜지스터를 통해 Photo Coupler가 작동되도록 하여 전류소모를 최소화하였다. 실제 작성된 회로는 [Figure 4]와 같다.

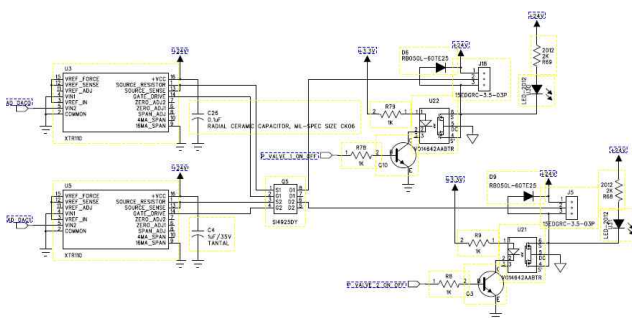


Figure 4. Photo Coupler Isolation Circuit

챔버내부의 압력 조절의 방식이 단순한 On/OFF를 통해 기체가 유입되는 경우 오차에 따라 기체의 소모 및 압력이 일정하지 않다. 따라서 일정하고 원하는 압력에 따라 오차를 최소화 하기 위하여 PID를 적용하였다. PID 방식의 경우 일반적인 On/OFF인 비례방식에 적분과 미분을 적용하여 목표치에 다가갈수록 오차를 줄여가며 근접해가는 방식이다. 지속적으로 챔버내부의 압력을 모니터링하여, 현재 챔버 내부 압력값과 운용자가 기입한 실제 기체압력값과의 비교를 통해 PID값이 정해지며, 이렇게 정해진 PID값을 MCU는 DAC로 변환하여 정공레귤레이터의 여닫기 정도를

정할 수 있다. 이렇게 하는 경우 목표치에 도달하는 속도와 목표치 상태에서의 오차를 최소화할 수 있으며, PID의 모식도는 [Figure 5]와 같다.

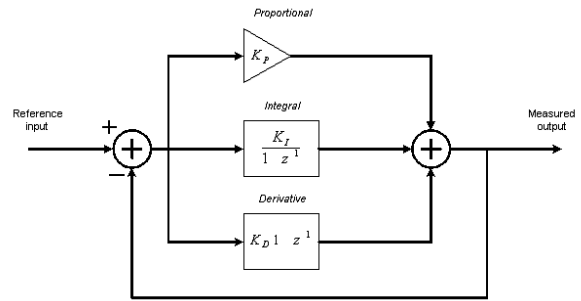


Figure 5. PID Diagram

II. 결론 및 향후 연구 방향

고압산소치료란 1기압이 아닌 최대 5기압 환경에서 100% 산소를 흡입하는 치료법이다. 일반적인 경우 헤모글로빈이 혈관을 통해 세포로 산소를 공급하여 치유가 진행되는데 질병이나 사고로 인하여 혈관이 좁아지는 경우 산소를 공급하기가 어렵다. 이러한 상황이 지속되는 경우 피사로 인해 절단하는 상황까지 이른다. 고압산소치료는 혈장 내 높은 산소를 녹아들게 하여 헤모글로빈이 지나가지 못하는 좁은 혈관으로도 산소를 지나가게 하여 세포로 전달함으로써 치유가 될 수있도록 하는 치료법이며, 심지어 신생혈관까지 생성시키기도 한다.

이러한 경우 약과 같은 방식의 치료방식과 달라 지속적이면서도 반복적으로 치료받아야 효과가 나타나는 치료법이다.

피로회복에도 큰 효과를 나타내어 현재는 병원에서 치료목적이 아니라 큰 구단에서 극심한 운동이후 운동선수들의 피로회복을 위해 산소발생기를 사용하기도 한다.

따라서 본 연구에서는 지속적인, 반복적인 치료를 시행하고 기존의 산소발생기보다 큰 효과를 나타내기 위해 2기압까지 가능한 개인용 고압산소챔버 임베디드 시스템을 개발하였다.

따라서 본 연구를 통해 병원의 치료용 고압산소챔버보다는 낮은 기압이지만 지속적인, 반복적인 치료를 받을 수 있으며, 구단의 경우 기존의 산소발생기보다 높은 피로회복효과를 나타낼 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] LEACH, R. M.; REES, P. J.; WILMSHURST, P. Hyperbaric oxygen therapy. Bmj, 1998, 317:7166: 1140-1143.
- [2] TIBBLES, Patrick M.; EDELSBERG, John S. Hyperbaric-oxygen therapy. New England Journal of Medicine, 1996, 334:25: 1642-1648.
- [3] MORTENSEN, Christian Risby. Hyperbaric oxygen therapy. Current Anaesthesia & Critical Care, 2008, 19:5-6: 333-337.
- [4] BESSEREAU, Jacques, et al. Middle-ear barotrauma after hyperbaric oxygen therapy. Undersea & Hyperbaric Medicine, 2010, 37:4: 203.