한국기계가공학회지, 제19권, 제5호, pp.53～59(2020.05) ISSN 1598-6721(Print)
Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 19, No. 5, pp.53~59(2020.05) ISSN 2288-0771(Online)

https://doi.org/10.14775/ksmpe.2020.19.05.53

에너지 절약을 위한 다수 에어컴퓨레셔 자동제어장치 설계

양성규*, 김갑순*,#

*경상대학교 제어계측공학과(ERI)

Design of Multiple-Air-Compressor Automatic Controller for Energy Savings

Sung-Kyu Yang*, Gab-Soon Kim*,#

*Department of Control & Instrumentation Engineering(ERI), Gyeongsnag National UNIV.

(Received 15 March 2020; received in revised form 16 March 2020; accepted 4 April 2020)

ABSTRACT

This paper describes the design of a remote control device that can control the ON/OFF state of multiple air compressors using wireless communication. The main remote controller and air compressor remote controller were designed using a microprocessor (ATmega128), and the circuit diagram was configured to wirelessly communicate using A Zigbee module between the two remote controllers. The result of the measurement of wireless communication distance between the two remote controllers was more than 1.1 km.

Key Words : Remote Controller(원격 제어장치), Air Compressor(에어컴퓨레셔), Zigbee(지그비), Wireless Communication(무선통신), Main Remote Controller(주 원격제어장치)

1. 서 론

에어컴퓨레셔(air compressor)는 산업체의 공장, 학교 실험실, 병원 등에서 사용되고 있고, 1개의 산업체에서 다수의 공장을 가지고 있는 경우에는 다수의 에어컴퓨레셔가 설치된다. 즉, 1개의 공장동에 1개의 에어컴퓨레셔를 설치하고, 개별적으로 수동으로 ON/OFF 제어한다. 그리고 에어컴퓨레셔는 소음이 크므로 공장동의 뒤쪽 구석진 곳에 설치하는 것이 일반적이다. 현재 에어컴퓨레셔의 사용상 문제점은 첫째, 각 공장동의 에어컴퓨레셔를 개별적으로 동작시키므로 하나의 에어컴퓨레셔가 고장이 발생될 경우, 그것과 연결된 공장동에는 에어가 공급되지 않아 생산 차질이 발생될 수 있다. 그러므로 각각의 공장동의 에어 파이프를 연결하여 제어해야 한다. 둘째, 에어컴퓨레셔가 공장의 뒤쪽에 설치되어 있어 관리자가 직접 가서 ON/OFF하므로 24시간 동작시키는 경우가 많아 에너지 소비가 많다. 현재까지 에어컴퓨레셔에 대한 연구는 공기압축 통의 구조해석, 에어의 흐름 등을 연구하였다.[1-8] 현재까지 제작된 에어컴퓨레셔 제어장치는 에어컴퓨레셔 근처에 ON/OFF 스위치를 부착하는 정도이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 관리자가 사무실에서 원격으로 다수의 에어컴퓨레셔를 ON/OFF하기 위한 에어컴퓨레셔의 원격제어장치가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 다수의 에어컴퓨레셔를

Corresponding Author : gskim@gnu.ac.kr
Tel: +82-55-772-1745, Fax: +82-55-772-1749

Copyright © The Korean Society of Manufacturing Process Engineers. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 License (CC BY-NC 3.0 http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

원격으로 제어할 수 있는 주 원격제어장치와 에어컴퓨레셔 원격제어장치를 설계 및 제작하였다. 이를 위해 마이크로프로세서 ATmega128을 이용하여 원격제어장치들의 전자회로도를 설계하였고, PCB를 제작하여 제어장치들을 제작하였다. 그리고 주 원격제어장치와 에어컴퓨레셔 원격제어장치들간의 통신제어에 관한 특성실험을 실시하였다.

2. 원격제어장치 설계

2.1 주 원격제어장치 전자회로 설계

Fig. 1은 에어컴퓨레셔의 원리를 나타내고 있고, 이것은 주 원격제어장치, 에어컴퓨레셔 원격제어장치, 에어컴퓨레셔 등으로 구성된다. 주 원격제어장치는 여러 대의 에어컴퓨레셔 제어장치와 무선으로 데이터를 송수신할 수 있고, 각 에어컴퓨레셔 원격제어장치는 주 원격제어장치와 무선으로 데이터를 송수신할 수 있을 뿐만 아니라 주 원격제어장치로부터 명령을 받아 각 에어컴퓨레셔를 ON/OFF한다. 각 에어컴퓨레셔는 연결된 에어컴퓨레셔 원격제어장치의 명령에 따라 에어를 공급 혹은 차단한다.

Fig. 2는 주 원격제어장치의 개념도를 나타내고 있고, 이것은 마이크로프로세서(ATmega128), 전원부, RS232 통신부, Zigbee 통신부, 솔레노이드밸브 및 에어컴퓨레셔 입력부 등으로 구성된다. 전원부는 6V의 전압을 5V, 3.3V로 조정하여 각 전자부품으로 보내고, RS232 통신부는 컴퓨터 등과 인터페이스하는데 사용되며, Zigbee 통신부는 각 에어

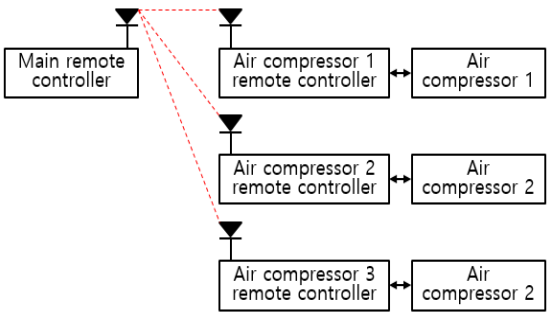


Fig. 1 Principle of remote control of air compressor

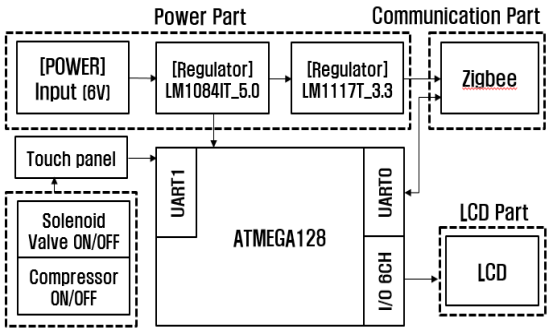


Fig. 2 Concept of main remote control device

컴퓨레셔 원격제어장치와 무선통신하는데 사용된다. 솔레노이드밸브 및 에어컴퓨레셔 입력부는 컴퓨터나 터치패널 등으로 마이크로프로세서에 ON/OFF 명령을 입력받고, 마이크로프로세서는 각 부와 연결되어 데이터를 송수신하여 제어한다. 즉, 솔레노이드밸브 및 에어컴퓨레셔 입력부의 ON/OFF 명령을 입력받아 Zigbee 통신부를 통해 무선으로 에어컴퓨레셔 원격제어장치로 송신한다.

Fig. 3은 주 원격제어장치의 마이크로프로세서(ATmega128)의 전자회로도를 나타내고 있고, 이것은 5V전원으로 구동되고, 18MHz 속도로 데이터를 처리한다. 시리얼 통신포트 UART1은 터치패널과 연결되고, UART0는 Zigbee와 연결되며, I/O 포트의 핀은 LCD와 연결된다. Fig. 4는 주 원격제어장치의 전원부 회로도를 나타내고 있고, 이것은 6V의 전원을 받아 5V와 3.3V로 조정하여 5V는 마이크로프로세서와 대부분의 IC에 공급하고, 3.3V는 Zigbee에 공급한다. Fig. 5는 주 원격제어장치의 RS232 통신부 회로도를 나타내고 있고, 이것은 5V의 전원을 받아 ATmega128과 RS232 통신을 위한 전압조절 역할을 수행한다.

Fig. 6은 주 원격제어장치의 Zgibee 전압조절 회로도를 나타내고 있고, Atmega128과 Zigbee의 통신을 위한 전압렙벨 조절하는 역할을 수행한다. Fig. 7은 주 원격제어장치의 Zigbee 통신 회로도를 나타내고 있고, 3.3V 전원으로 동작하며, ATmega의 UART0와 연결되어 있다. Zigbee는 2.4GHz 주파수를 사용하고 있고, 통신거리는 안테나 사용할 경우 1km 이상이다.

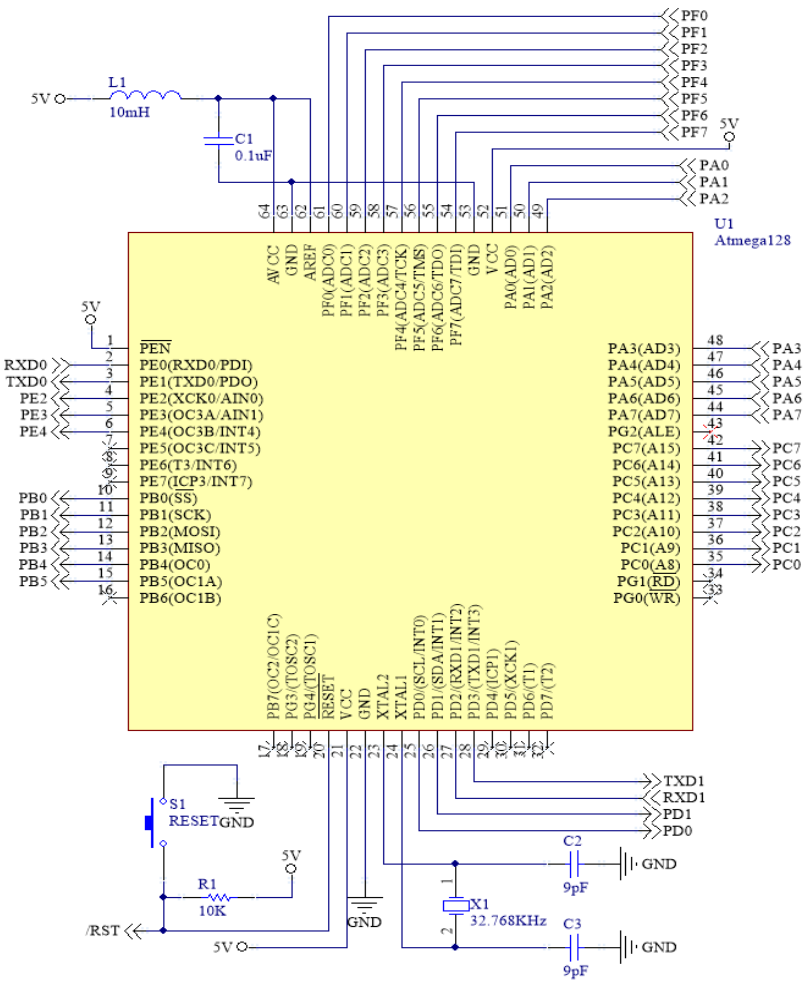


Fig. 3 ATmega128 eletronic circuit of main remote control device

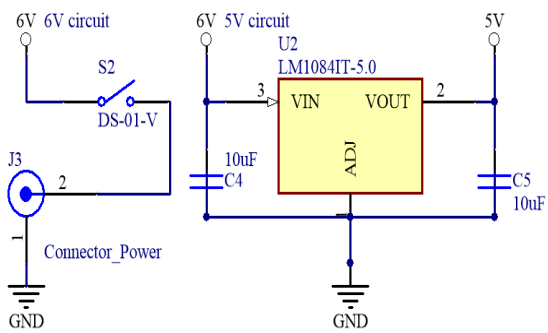


Fig. 4 Power part circuit of main remote control device

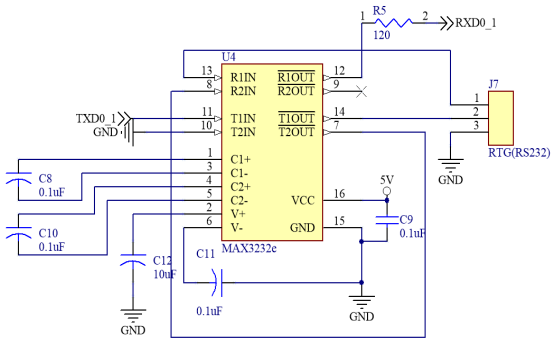


Fig. 5 RS232 communication part circuit of main remote control device

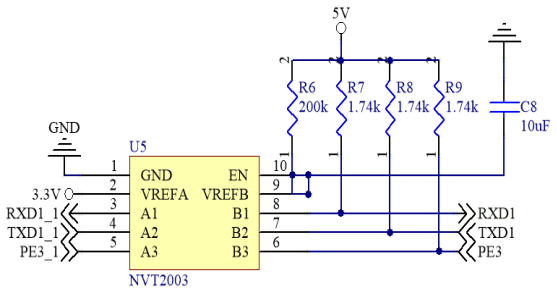


Fig. 6 ATmega128 eletronic circuit of main remote control device

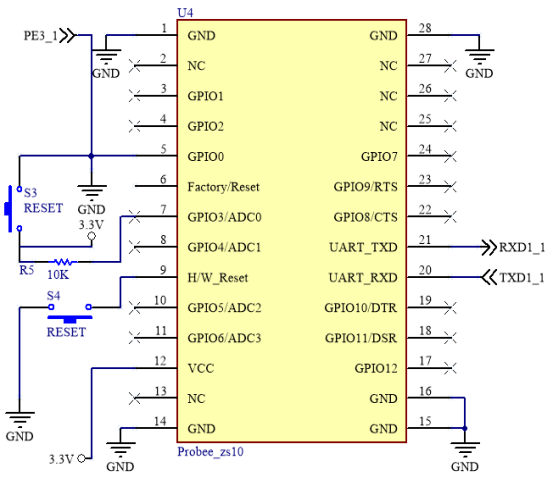


Fig. 7 Zigbee communication part circuit of main remote control device

2.2 에어컴퓨레셔 원격제어장치 전자회로 설계

Fig. 8은 에어컴퓨레셔 원격제어장치의 개념도를 나타내고 있고, 이것은 전원부, 통신부, LCD부, 외부장치(압력센서, 솔레노이드 밸브 ON/OFF스위치, 에어컴퓨레셔 ON/OFF 스위치)부, 마이크로프로세서(ATmega128) 등으로 구성되었다. 전원부는 6V를 입력받아 5V와 3.3V로 조정하 각 IC, 마이크로프로세서와 Zigbee로 보낸다. 통신부는 UART0와 UART1으로 구성되고, 각각은 Zigbee, 압력센서와 연결된다. LCD부는 압력센서값, 솔에노이드와 에어컴퓨레셔의 ON/OFF 상황을 표시한다. 외부장치부는 압력센서, 솔레노이드 밸브

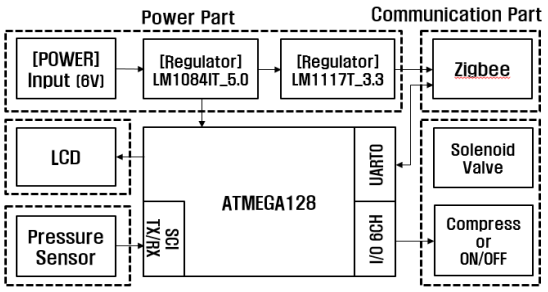


Fig. 8 Concept of remote control device of air compressor

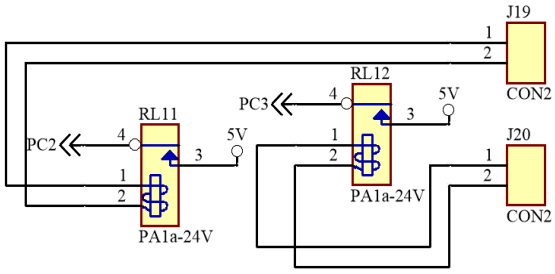


Fig. 9 ON/OFF relay circuit of remote control device of air compressor

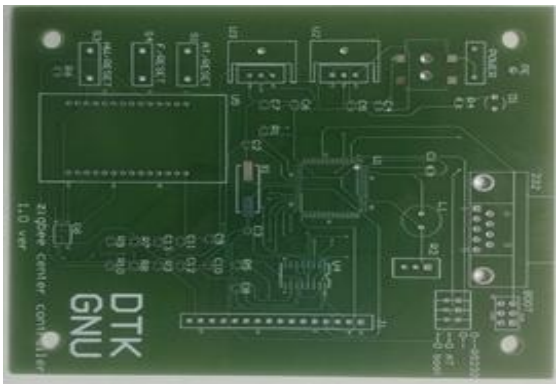
ON/OFF 스위치, 에어컴퓨레셔 ON/OFF 스위치로 구성되고, 이것들은 마이크로프로세서의 명령에 따라 제어된다. 마이크로프로세서(ATmega128)는 압력센서의 값을 Zigbee를 통해 무선으로 주 원격제어장치에 송신하고, 주 원격제어기의 명령을 Zigbee를 통해 무선으로 수신하여 솔에노이드와 에어컴퓨레셔의 ON/OFF를 수행한다.

에어컴퓨레셔 원격제어장치는 마이크로프로세서(ATmega128)의 전자회로도, 전원부 회로도, RS232 통신부 회로도, Zigbee 전압조절 회로도, Zigbee 통신 회로도 등은 각각 주 원격제어장치의 Fig. 2~7과 같으므로 그것들로 대신한다.

Fig. 9는 에어컴퓨레셔 원격제어장치의 동작 릴레이 회로도를 나타내고 있고, 이것은 마이크로프로세서의 명령에 따라 솔레노이드 밸브와 에어컴퓨레셔의 스위치를 전자적으로 ON/OFF하는데 사용된다.

2.3 원격제어장치의 제작

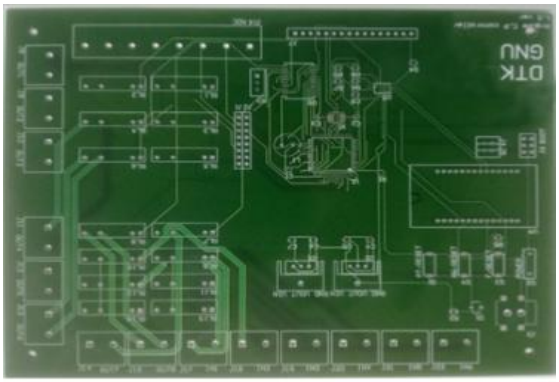
Fig. 10의 (a)는 제작된 주 원격제어장치의 PCB



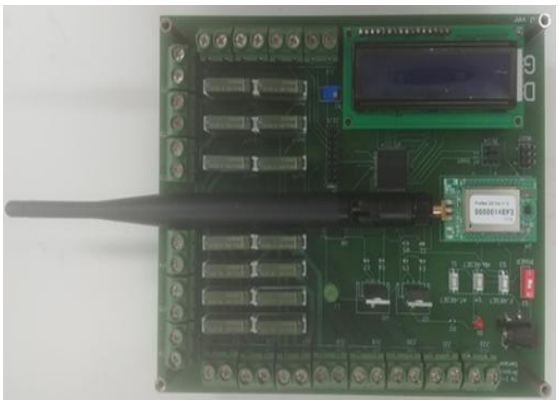
(a) PCB

(b) main remote control device

Fig. 10 Manufactured main remote control device



(a) PCB



(b) remote control device of air compressor

Fig. 11 Manufactured remote control device of air compressor

를 나타내고 있고, 크기는 100mm×120mm× 2mm 이다.

이것은 4층으로 구성되어 있고, 양면은 전자부품의 회로가 배선되어 있고, 2층과 3층은 각각 전원과 접지 회로가 배선되어 있다. Fig. 10의 (b)는 제작된 주 원격제어장치를 나타내고 있고, 위 사진은 안테나가 없을 때의 모습이며, 아래 사진은 안테나를 포함한 모습을 나타내고 있다.

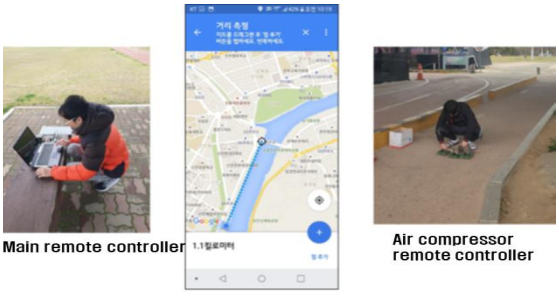
Fig. 11의 (a)는 제작된 에어컴퓨레셔 원격제어장치의 PCB를 나타내고 있고, 크기는 180mm×140mm×2mm이다. 이것은 4층으로 구성되어 있고, 양면은 전자부품의 회로가 배선되어 있고, 2층과 3층은 각각 전원과 접지 회로가 배선되어 있다. Fig. 11의 (b)는 제작된 에어컴퓨레셔 원격제어장치를 나타내고 있다.

3. 실험결과 및 고찰

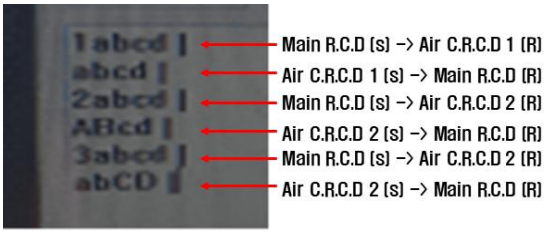
Fig. 12는 원격제어장치의 실험장치를 나타내고 있다. (a)는 주 원격제어장치의 실험장치를 나타내고 있고, 이것은 주 원격제어장치와 컴퓨터로 구성되며, 컴퓨터 스크린에는 지도에 주 원격제어장치의 위치를 나타내고 있다. (b)는 에어컴퓨레셔 원격제어장치의 실험장치를 나타내고 있고, 이것은 3대의 에어컴퓨레셔 원격제어장치와 스마트폰으로 구성되며, 스마트폰에는 지도에 에어컴퓨레셔 원격제어장치의 위치를 나타내고 있다. (c)는 원격제어장치 간의 무선통신거리 측정 모습을 나타내고 있다. 실험은 주 원격제어장치의 실험장치를 고정하고 에어컴퓨레셔 원격제어장치의 실험장

(a) Position of main remote control device

(b) Position of remote control device of air compressor



(c) Communication distance measurement experiment



(d) Result of communication

Fig. 12 Experimental device of between two remote controllers

Table 1 Result of wireless communication between two remote controllers

R.C.	Main	A.C.1	A.C.2	A.C.3
Send	1abcd 2abcd 3abcd	abcd	ABcd	abCD
Reception	abcd ABcd abCD	1abcd	2abcd	3abcd

치를 이동시켜 무선통신거리를 측정하는 실험을 실시하였다. 무선통신거리 측정실험결과 1.1km 이내에서는 원활하게 통신됨을 확인하였다. 그리고 (d)는 1대의 주 원격제어장치와 3대의 에어컴퓨레셔 원격제어장치간의 무선통신거리 1.1km에서 통신문자를 송수신한 결과를 나타내고 있다. Main R.C.D(S)는 주 원격장치의 송신을 의미하고, Air C.R.C.D 1(R)은 에어컴퓨레셔 원격제어장치 1의 수신을 의미한다. 표1은 두 원격제어장치 간의 무선통신 결과를 나타내고 있고, 이것은 Fig. 12의 (d)의 실험결과를 표로 나타낸 것이다. 주 원격제어장치에서 1abc를 송신하면 에어컴퓨레셔 1 원격제어장치가 1abcd를 수신하고, abcd를 송신하고 그것을 주 원격제어장치 수신한 것을 나타내고 있다. 주 원격제어장치가 에어컴퓨레셔 1, 2, 3의 원격제어장치와 정확하게 통신됨을 확인하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 다수의 에어컴퓨레셔를 원격으로 제어할 수 있는 주 원격제어장치와 에어컴퓨레셔 원격제어장치를 설계 및 제작하였다. 1대의 주 원격제어장치가 1대의 에어컴퓨레셔 원격제어장치와 무선통신 특성실험을 실시한 결과, 1.1km 이내에서 정확하게 통신됨과 1대의 주 원격제어장치가 3대의 에어컴퓨레셔 원격제어장치와 각각 구분되어 정확하게 통신되는 것을 확인하였다. 그러므로 본 논문에서 설계 및 제작한 주 원격제어장치와 에어컴퓨레셔 원격제어장치은 다수의 에어컴퓨레셔의 ON/OFF 제어에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

추후 연구에서는 본 논문에서 제작한 에어컴퓨레셔 원격제어장치를 에어컴퓨레셔에 부착하고, 주 원격제어장치로 무선통신으로 에어컴퓨레셔와 솔레노이드 밸브의 ON/OFF 특성실험을 실시하고 상품화하는 것이다.

REFERENCES

1. Kim, Y. C. and Ahn, K. Y., “Inertia Force Comparison of 2 Stage Reciprocating Air Compressors,” Korean Society for Fluid Machinery, Vol. 12, No. 4, pp. 23-29, 2009,
2. Im, S. D. and Kim, J. R., “Research of Real-Time Remote Operation for Quality Improvement of the Air-compressor: Case Study of Reciprocating Air-compressor,” Society of Korea Industrial and Systems Engineering, Vol. 37, No. 1, PP. 33-40, 2014.
3. Kim, S. K. and Lee, J. W., “Analytical Study on the Structural Strength of an Air Compressor for Main Engine Starting of 22000TEU Class Container Ships,” Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 14, No. 5, pp. 60-67, 2015.
4. Shim, J. R., Kim, Y. C., Noh, Y. B. and Jung, H. K., “Efficient Inverter Type Compressor System using the Distribution of the Air Flow Rate,” Journal of Korea Institute Information Communication Engineering, Vol. 19, No. 10, pp. 2396-2402, 2015.
5. Kang, S. H., “Conceptual System Design of Multistage Centrifugal Air-Compressor,” Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 21, No. 8, pp. 1086-1093, 1996.
6. Kim, H. J., Lee, Y. H. and Kim, H. Y., “Design of Vane Rotary Air Compressor for Fuel Cell Application,” Korean Society for Fluid Machinery, Vol. 11, No. 2, pp. 29-37, 2008.
7. Shin, H. J., “CFD Analysis of an Air Compressor for a Hydrogen Electric Car,” Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers B, Vol. 42, No. 12, pp. 853-859, 2018.
8. Im, S. D., Kim, J. R. and Jung, Y, D., “Development of Diagnosis of Trouble Model for Effective Operation of Air-compressor,” Journal of the Korea Safety Management and Science, Vol. 16, No. 3, pp. 239-248, 2014.