

다기능레이더 고출력송신시스템 공기압축기 성능저하에 따른 개선방안 연구

박창인*, 김석민, 권민재
한화시스템

A study on the improvement measures following air compressor performance degradation in High Power Transmission system, Multi Functional Radar

Chang-in Park*, Seok-min Kim, Min-Jae Kwon
Hanwha Systems Co.,Ltd

요약 다기능레이더(MFR: Multi Function Radar)의 고출력송신시스템(HPTS: High Power Transmission System)에는 전송선로인 도파관을 보호하기 위한 압축/건조공기 생성 메커니즘이 있다. 고출력송신장치(HPTU: High Power Transmission Unit)의 압축공기발생장치(APU: Air Pressurization Unit)는 압축/건조공기를 생성하여 도파관 내부에 공급하여 고출력 고주파 신호에 의한 야킹을 방지한다. 다기능레이더의 야전 배치 수량과 사용연한이 증가하면서 공기압축기의 성능저하에 대한 이슈가 있었으며 이를 해소하기 위한 품질개선(QIP: Quality Improvement Process)을 수행하였다. 공기압축기의 사용연한에 따라 공압 성능이 저하되는 경우 소모성 가스켓을 교체하였으나 그 과정에서 공기압축기의 실린더 정렬이 제한된 범위에서 수행되었고 그로 인해 공기압축기의 성능저하 주기가 빨라지는 경향을 보였다. 이 문제를 해결하기 위해 공기압축기의 구조적 측면에서 성능저하 원인을 분석하였으며 시험 모델을 통해 공기압축기 단속 동작이라는 압축공기를 생성하는 방식에서의 새로운 메커니즘을 제시하였다. 시험 모델은 시스템 영향성 분석을 통해 기재치된 장비의 운용 공백을 최소화하는 범위에서 적용되었다. 본 연구에서 제시한 공기압축기의 단속 동작 모델은 타 유사 무기체계에 확대 적용할 수 있을 것으로 판단되며, 공기압축기 성능저하에 대한 합리적인 개선방안이 될 것으로 기대된다.

Abstract The high-power transmission system (HPTS) of the multi-functional radar (MFR) has a compressed/ dried air generation mechanism to protect the waveguide, which is a transmission line. The air pressurization unit of a high-power transmission unit generates compressed/dried air to remove moisture inside the waveguide and prevent foreign substances from entering. As the number of deployments of MFR and the service life increases, there has been an issue regarding the performance degradation of the air compressor, and a quality improvement process was performed to resolve this issue. Consumable gaskets are replaced when the air compression performance is degraded, depending on the age of use of the air compressor. In this process, however, the cylinder alignment of the air compressor was limited, resulting in the acceleration of the performance degradation cycle. The cause of the performance degradation was analyzed from the structural aspect of the air compressor, and a new mechanism for generating compressed air was proposed called the air compressor intermittent operation through a test model. Through system impact analysis, the test model was applied to the extent that operational gaps of pre-deployed equipment were minimized. The intermittent operation model of the air compressor presented in this study was considered applicable to other similar weapons systems and is expected to be a reasonable improvement of the performance degradation of the air compressor.

Keywords : Multi Functional Radar, High Power Transmission System, Air Pressurization Mechanism, Compressor, Control of Intermittent

*Corresponding Author : Chang-In Park(Hanwha Systems Co.,Ltd)
email: changin2344.park@hanwha.com

Received October 4, 2023

Revised October 30, 2023

Accepted November 3, 2023

Published November 30, 2023

1. 서론

한국형 중거리 지대공 유도무기체계 ‘OO’의 부체계인 ‘다기능레이더’는 고출력의 RF신호를 생성하여 안테나를 통해 빔을 방사, 표적의 탐지/추적을 수행하는 장비이다[1]. 다기능레이더가 보유한 고출력송신시스템(High Power Transmission System)은 파형발생장치에서 생성된 신호를 고출력의 RF신호로 변환하는 ‘고출력송신장치(HPTU)’, RF신호를 회절체인 안테나로 전송하는 ‘슬립링로터리조인트(SRJA)’, 고출력 송신신호의 전송선로인 도파관에 건조/압축공기를 주입하는 ‘압축공기발생장치(APU)’ 등으로 구성된다[2].

다기능레이더는 높은 주파수 신호와 높은 전력이 요구되므로 전송손실이 적고 높은 전력에서 사용이 가능한 도파관을 전송선로로 사용한다. 도파관은 내부에서 전파를 반사시켜 신호를 전송하기 때문에 도파관의 내부에는 전파의 진행을 방해하는 수분이나 이물질이 없어야 한다. 이를 위해 압축공기발생장치는 공기압축기를 연속적으로 동작시켜 외부공기를 압축하여 건조한 뒤 도파관으로 공급한다. 공기압축기가 원활하게 동작하지 않아 도파관으로 압축공기가 주입되지 않는 경우 고출력으로 증폭된 신호를 정상적으로 전송시키지 못할 뿐만 아니라 아킹이 발생하여 장비 손상이 발생될 수 있으므로 다기능레이더의 경우 고출력 송신을 차단하도록 설계되어 있다.

이처럼 압축공기발생장치는 다기능레이더의 기능적 측면에서 매우 중요한 요소이지만 공기압축기의 다빈도 고장으로 인해 과도한 무상정비 및 고객 신뢰도 저하를 초래하였다. 야전에 배치된 다기능레이더의 수가 증가함에 다빈도 고장품에 경우 다기능레이더의 전력화 공백을 불러올 수 있으므로 고장 다발 현상이 발생하고 있는 공기압축기의 경우에도 성능저하에 대한 근본적인 원인 해소가 필요로 하였다.

따라서 본 연구에서는 압축공기발생장치가 건조/압축공기를 발생시키는 과정에서 나타나고 있는 공기압축기의 성능저하에 대한 원인을 분석하고 이를 해결하기 위해 적용한 압축공기 발생에 대한 새로운 매커니즘과 공기압축기의 대체품을 제시하고자 하며 연구절차는 Fig. 1과 같다.

Step 1. Consideration of APU

- Compressed air generation method of APU
- Air compressor performance and features

Step 2. Analysis of performance degradation causes of air compressor

- Analysis of the cylinder structure of air compressor
- Analysis of consumable gasket wear

Step 3. Improvement research

- Test model design
- Verification of test results

Step 4. System application plan

- To suggest reasonable plan following based on system structure

Fig. 1. Conceptual diagram of research procedure

2. 고출력송신시스템 압축공기 생성방식

2.1 고출력송신시스템 압축공기 생성방식

OO 다기능레이더 고출력송신시스템의 주요 구성품은 Table 1과 같다.

Table 1. Configuration and role of high-power transmission system (HPTS)

Components		Role
Air Pressurization Unit (APU)	Compressor	compressed air generation
	APU Plate	compressed air desiccation
	Pressure Sensor	air pressure measuring equipment
	Humidity Sensor	air humidity measuring equipment
High Power Transmission Unit (HPTU)		High-power RF signal generation
Wave guide A'ssy		High-power RF signal Path contact HPTU to SRJA
Slipring Rotary Joint Ass'y (SRJA)		High-power RF signal transmission path

압축공기발생장치의 건조/압축공기 생성은 Fig. 2와 같이 공기압축기(Compressor)를 사용하여 외부공기를 유입하여 압축하고 건조하는 방식을 적용하였다. 외부공기는 공기압축기 동작에 의해 압축되며 건조회로를 통과하여 건조/압축공기(Pressure: 4.5bar ~ 5.0bar, Dew Point: -20℃ 이하)가 되어 도파관으로 공급된다. 도파

관 내부의 이물질(이온화 산화물)을 제거하기 위해 도파관 내 공기는 일정량(0.8L/min) 외부로 배출되며 이 일련의 과정을 통해 도파관 내부가 청정하게 유지된다.

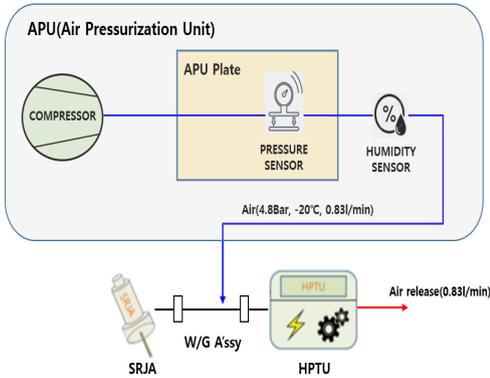


Fig. 2. Compressing/Desiccating mechanism of APU

2.2 공기압축기(Compressor) 성능 및 특징

압축공기발생장치에 적용된 공기압축기는 'KNF 社'의 제품으로 주요 특성은 Table 2와 같다.

Table 2. Compressor characteristics (KNF 社)

Characteristic		Remark
Input Power	3 Phase 220 VAC	
Frequency	400Hz	AC
Speed rotation	2800rpm	
Flow	15 l/min	
Pressure	7 bar	
* Piston Speed	0.8 m/s	

적용된 공기압축기는 교류(AC) 입력전원을 사용하고 2,800rpm의 회전속도로 max. 7bar의 작동압력을 가진 제품이다. 공기압축기는 피스톤의 왕복운동으로 외부공기를 압축시키며 다기능레이더의 동작 시점을 기준으로 동작이 종료되는 시점까지 연속적으로 동작한다. 다시 말해 이는 공기압축기가 고출력송신시스템에서 요구되는 압력(4.5bar)을 지속 유지하기 위해 휴지 시간 없이 동작되고 있음을 의미한다.(듀티 사이클: 100%)

고출력송신시스템에서 요구되는 압축공기발생장치에 성능요구조건은 Table 3과 같다. 다기능레이더에서 건조/압축공기로 채워져야 하는 도파관 체적은 약 4.3L이며 이 체적은 6분 이내에 4.5bar 압력으로 채워져야 한

다. 공기압축기가 생성한 압축공기가 건조 회로를 거치는 과정에서 사용되는 유량은 Fig. 3을 통해 확인할 수 있다.

Table 3. Performance requirements of APU

Components	Spec.	Remark
APU Pressure	4.5bar	
APU Humidity	-20 ℃	
Maximum time	6 min	Reach nominal pressure
Wave guide volume	~4.3 L	
APU Flow rate	0.83 l/min	Inside wave guide

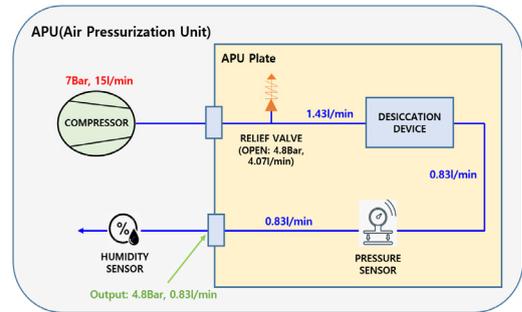


Fig. 3. Flow rate/Pressure of compressed air in APU

3. 공기압축기 성능저하 원인분석

OO 다기능레이더에서 적용된 공기압축기는 왕복동 공기압축기로 피스톤 왕복운동으로 압축공기를 생성한다. 왕복동 공기압축기는 타 방식의 공기압축기 대비 고압 공기 생성에 이점이 있으나 핵심부품(피스톤/실린더)의 수명이 짧고 기계적 마모에 의한 지속적인 효율 저하가 나타날 수 있다는 단점을 가지고 있다. 이에 OO 다기능레이더에서 사용하고 있는 공기압축기 모델의 구조 분석을 통해 구조적 측면에서의 원인분석을 진행하였고 공기압축기의 성능저하가 앞서 언급한 왕복동 공기압축기의 일반적 특성에 기인한 것임을 확인했다. 또한 해당 공기압축기의 경우 실린더 구성품을 분해 조립하여 소모성 가스켓을 교체하는 구조로 가스켓 교환 시 구성품 정렬에 대한 일관성을 확보할 수 없으며 제한적 범위에서의 구성품 정렬이 이루어지는 경우 가스켓의 편마모가 초래됨을 확인 할 수 있었다.

3.1 공기압축기 실린더 구조 분석

공기압축기의 피스톤 실린더 구조는 Fig. 4와 같다. 피스톤 왕복운동으로 공기를 압축①하고 배출④하고 리테이너 플레이트②와 가스켓⑤으로 구성된 피스톤은 회전축⑥과 연결축③에 의해 상/하로 움직인다. 하향 동작에서 피스톤은 입력 밸브를 통해 외부공기를 흡입하고 상향 동작에서 피스톤은 출력 밸브를 통해 압축된 공기를 배출한다. 피스톤은 가스켓에 의해 실린더에서 밀봉된 상태로 동작하며 가스켓과 실린더 내벽 간의 오일을 사용하지 않는다[3].

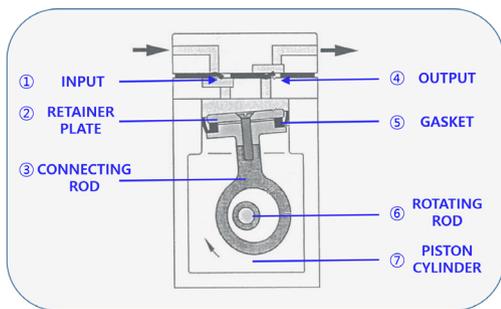


Fig. 4. Flow rate/Pressure of compressed air in APU

3.2 소모성 가스켓 편마모 분석

공기압축기의 누적 사용시간 증가에 따라 공기압축기 내부 소모성 가스켓의 마모 주기가 빨라짐을 확인할 수 있었다. Fig. 5와 같이 가스켓의 편마모가 발생하면 피스톤의 왕복운동이 이루어지는 실린더 내부에서의 공기 유출이 발생되어 압축공기의 손실을 유발한다. 소모성 가스켓을 교체하는 경우 편마모가 발생할 수 있는데 이는 피스톤의 회전축, 연결축, 리테이너 플레이트의 조립 구조상 완벽한 정렬을 유지한 상태에서의 가스켓 교체를

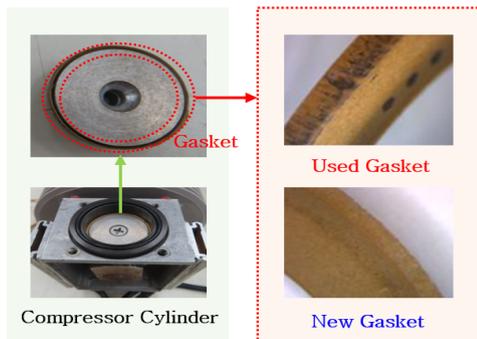


Fig. 5. Gaskets uneven wear

보장할 수 없기 때문이다. 배치된 다기능레이더의 경우 공기압축기 성능저하로 인해 가스켓을 교체하는 주기는 운용조건에 따라 달라지나 평균 약 5~6개월로 확인되었으며 가스켓을 교체한 장비의 경우 다음 가스켓 교체주기가 빨라지는 경향을 보였다.

4. 공기압축기 성능개선 연구

앞서 언급한 고출력송신시스템에서 요구되는 압축공기발생장치 성능요구조건(4.5bar, 0.83 l/min)과 공기압축기의 성능(7.0bar, 15 l/min)을 고려하여 공기압축기 동작 효율 개선에 대한 검토를 진행하였다. 건조/압축공기로 채워져야 하는 도파관 체적과 공기압축기 출력을 고려한 공기압축기 단속 동작 주기(목표 듀티사이클: 20%)를 적용하여[4] 공기압축기 성능저하에 대한 해결책을 제시하고자 한다. 목표한 단속 동작 주기(듀티사이클: 20%)는 평균 가스켓 교환 주기(약 5개월)를 고려하여 선정하였다. 이는 압축공기발생장치의 보증기간(2년) 내에서 공기압축기가 가스켓 교환 없이 공압 성능이 보장되도록 하기 위해 산출한 목표치이다. 공기압축기가 동작되는 시간과 소모성 가스켓의 교체시기는 반비례하므로 기존 연속 동작하던 공기압축기를 5분의 1로 단속 동작할 수 있는 시험 모델을 설계하였다.

4.1 시험 모델

공기압축기의 단속 동작을 위해 공기압축기 출력단에 저장탱크를 추가하여 시험 모델을 설계하였다. 시험 모델은 3종류로 저장탱크가 없는 기존 디자인을 포함, 'KNF 社'의 공기압축기의 대체품을 추가로 선정하여 시험 모델에 적용하였다. 선정된 대체품은 'THOMAS 社'의 공기압축기로 두 제품의 주요 특성을 비교 결과는 아래 Table 4와 같다.

Table 4. Comparison Table of Compressors (THOMAS '社')

Characteristic	KNF	THOMAS
Input Power	3 Phase 220 VAC	24 VDC
Frequency	400Hz	DC
Speed rotation	2800rpm	3035rpm
Flow	15 l/min	35.4 l/min
Pressure	7 bar	8.3 bar
* Piston Speed	0.8 m/s	1.2 m/s

시험 모델 Fig. 6에서 저장탱크의 부피는 4L로 제작하였고 내부 압력을 제어하기 위해 압력센서(S1), 전자밸브(EV1), 릴리프 밸브(SP1, Open: 9bar)를 사용하였다. 부하(LOAD)의 부피는 4.3L로 고출력송신시스템에서의 도파관 체적이며 압력센서(S2)를 사용하여 해당 체적의 압력이 4.5bar에 도달되는 시간을 측정했다. 부하의 최종 압력은 4.5bar가 유지되도록 가변밸브(V1)을 통해 공기 출력을 조절할 수 있도록 설계했다.

최초 시험 모델을 가동하면 공기압축기는 부하와 저장탱크에 압축공기를 공급한다. 저장탱크 내 압력이 최대치(KNF: 7bar, THOMAS: 8.3bar)에 도달하면 공기압축기는 동작을 멈추고 저장탱크에 저장된 압축공기로 부하에 압축공기를 공급한다. 저장탱크 내 압축공기의 양 줄어 내부 압력이 5bar에 도달하면 다시 공기압축기가 동작하는데 이를 첫 번째 사이클로 정의한다. 두 번째 사이클부터는 저장탱크 내 압력을 기준으로 5bar ~ 최대치(KNF: 7bar, THOMAS: 8.3bar)까지 공기압축기를 동작시키고 최대치 ~ 5bar까지는 동작시키지 않는다. Table 5에서 계산된 듀티사이클은 두 번째 사이클을 기준으로 산출된 결과이다.

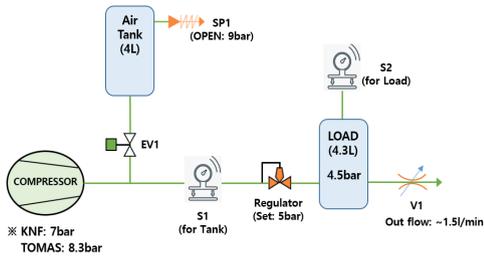


Fig. 6. Configuration of Test model

Table 5. Result of Test model

Divisions	KNF (without Tank)	KNF (with Tank)	THOMAS (with Tank)
Pressure of Tank (Max)	-	7bar	8.3bar
Pressure of Tank (Min)	-	5.0bar	5.0bar
Time to reach 5bar	242s	199s	134s
Time to compressor ON	-	166s	60s
Time to compressor OFF	-	278s	595s
Period	-	444s	655s
Compressor duty cycle	100%	37%	9%

측정결과 공기압축기가 압축공기를 저장탱크에 추가 공급하더라도 부하의 공기압력이 5bar까지 도달되는 시간은 증가하지 않음을 확인할 수 있다. 하지만 Fig. 6의 시험 모델에서 'KNF 社'의 공기압축기의 경우 저장탱크를 사용하였음에도 최대 출력(7bar)의 한계로 단속 동작의 듀티사이클 목표치인 20%를 충족하지 못하였다.

4.2 시험 결과 검증

시험 모델에서 도출된 공기압축기의 듀티사이클을 검증하기 위해 아래의 시험조건을 적용하였으며 도출된 시험 결과는 Fig. 7, Fig. 8과 같다.

- ① Three levels of temperature: -20℃ to 0℃, 20℃ to 50℃
- ② Temperature stage time: 80h
- ③ Operating system duration
 - THOMAS: ~4000h
 - KNF: ~2400h

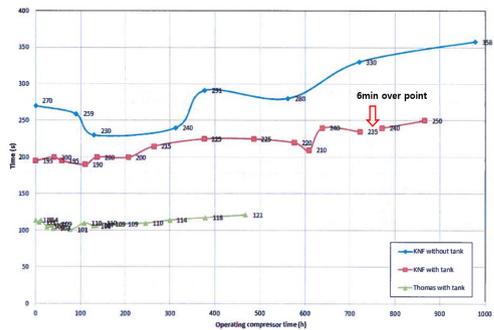


Fig. 7. Time to reach 4.5bar in LOAD

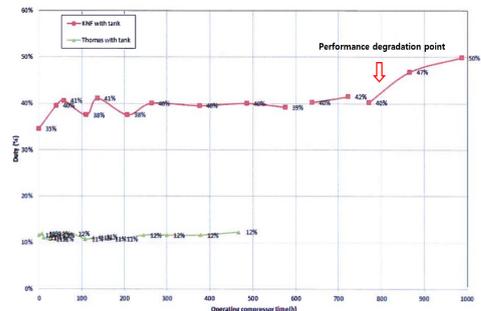


Fig. 8. Measured Duty Cycle of Test Model

시험 결과 'THOMAS 社'의 공기압축기를 적용한 시험 모델은 4000시간 가동하는 동안 공기압축기는 온도에 의한 성능저하 없이 467시간 동안 동작하였다. 부하

의 공기압력이 4.5bar에 도달하는 시간 역시 급격한 변화를 보이지 않았다. 'KNF 社'의 공기압축기를 적용한 시험 모델은 2400시간 가동하는 동안 987시간 동작하며 일부 구간에서의 성능저하를 확인할 수 있었다. 공기압축기 동작 기준 779시간 되는 시점(@저온조건: -20℃)에는 부하의 공기압력이 4.5bar에 도달하는 시간을 크게 벗어나는 경우가 발생하였으며 800시간을 초과하는 시점부터는 공압 성능이 저하되기 시작했다.

결론적으로, 압축공기발생장치에 단속 동작 제어를 적용하는 경우 'THOMAS 社'의 공기압축기를 사용하는 것이 성능개선 측면에서 더 효과적이라는 것을 시험 모델 검증을 통해 확인할 수 있었다. Table 6에서는 공기압축기의 평균고장시간(MTBF: Mean Time Between Failure)을 기준으로 단속 동작 제어를 적용하는 경우를 기준으로 산출한 평균고장시간 기대치를 제시하였다.

Table 6. Expected MTBF of Test Model

Divisions	THOMAS (with Tank)	KNF (with Tank)	KNF (without Tank)
PV(MPa.m/s)	0.79	0.48	0.40
MTBF (h)	500	822(*)	987(*)
Duty (%)	12%	40%	100%
MTBF with duty impact (h)	~4000	~2000	-

* (*): hypothesis: $MTBF_KNF = MTBF_THOMAS / PV_KNF \times PV_THOMAS$

5. 시스템 적용

OO 다기능레이더의 고출력송신시스템에 연구모델을 적용하기 위해 추가한 구성품은 Table 7를 통해 제시하였으며 개선모델은 Fig. 9과 같다. 추가되는 구성품의 조립 가능 여부와 기구적 간섭은 Fig. 10과 같이 모델링을 통해 사전에 검증하였다[5]. 시스템에 적용하는 과정에서 추가로 고려된 사항은 두 가지다. 먼저 압축공기 저장 과정에서 추가된 공기호스 경로 및 저장탱크 내부에 응축 수분이 존재하는 경우이다. 저온 환경(-32℃)에서 시스템이 운용되는 경우 해당 부분에서 결빙 현상이 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위해 전자밸브(EV2) 추가하여 수분 제거용 퍼징(Purging) 회로를 설계하였다[6].

Table 7. Additional Components of APU

Components	Function	Remark
Air Tank	compressed air storage and release	
Compressor	compressed air generation	model changed
Relief Valve	pressure relief for safety	SP1
Solenoid Valve	compressed air control(ON/OFF) in tank	EV1
Solenoid Valve	moisture purging in tank	EV2
Regulator	air pressure control	DET1
Pressure Sensor	air pressure sensing in tank	S1

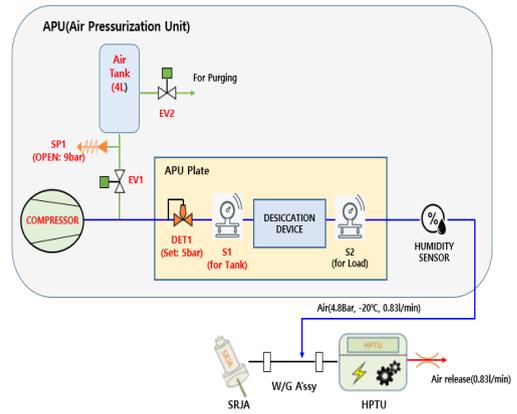


Fig. 9. Changed Configuration of APU

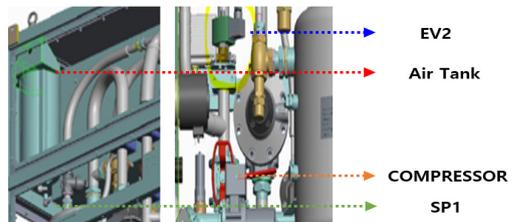


Fig. 10. Modeling of new components for verification

전자밸브(EV2)는 ON/OFF되어 내부 압축공기를 1초간 외부로 방출하여 응축 수분을 배출한다. 동작 주기는 Fig. 11를 통해 확인할 수 있다. 퍼징회로가 개선모델의 공기압축기 목표 듀티사이클에 영향을 주지 않음을 확인하였다. 개선모델에서 공기압축기의 동작 시점을 기준으로 부하의 압력이 4.5bar에 도달하는 시간은 92초, 저장탱크에 압력이 8.3bar에 도달하는 시간은 162초가 소요되었다. 첫 번째 사이클에서 공기압축기가 동작을 멈춘 시간은 572초였으며 듀티사이클을 산출하는 두 번째 사이클에서는 61초 동안 동작하고 606초 동안 동작하지

않았다. 이후 사이클은 두 번째 사이클과 유사한 주기로 동작하였다.

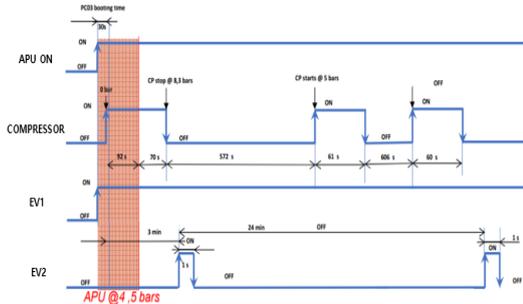


Fig. 11. Operating mechanism of improvement model

다음으로는 시스템 적용 시 검토한 사항은 공기압축기의 단속 동작에 대한 ‘Alarm’ 기능 적용이다. ‘Alarm’ 기능의 목적은 설계한 듀티사이클을 벗어나 공기압축기에 동작 과부하가 발생하지 않게 하는 보호회로이다. 적용한 ‘Alarm’은 3가지로 공기압축기 최초 동작시간이 8분을 초과하는 경우, 재동작 시간이 4분을 초과하는 경우, 휴지시간이 4분 미만인 경우로 구분하여 설계하였다. Table 8은 앞서 언급한 3가지 조건에 대한 ‘Alarm’을 정의한 표이다. ‘time on compressor too long compressor stop’이 발생한 경우는 공기압축기의 열화에 의한 손상을 방지하기 위해 동작을 차단하는 기능을 적용하였다.

Table 8. Define Alarms for Protection circuits

Alarms	Function	Remark
time on compressor too long compressor stop	T > 480s	compressor STOP
time on compressor too long	T > 240s	Duty cycle increase
time off compressor too short	T < 240	

6. 결론

본 연구에서는 고출력송신시스템에서 압축공기발생장치의 공기압축기에서 발생한 성능저하 현상을 공기압축기 단속 동작이라는 새로운 메커니즘을 적용하여 해결 방안을 제시하였다. 공기압축기 구조 분석을 통해 소모성 가스켓 교체가 편마모로 인한 성능저하의 원인이 될 수

있음을 확인했다. 공기압축기의 동작 효율성을 높이기 위해 시스템에서 요구되는 공압 수준과 공기압축기의 성능을 비교하여 단속 동작 주기를 설정하고 그에 맞는 저장탱크의 부피를 계산하여 시험 모델에 적용하였다. 본 연구에서 설계한 시험 모델은 3종류로 기존 공기압축기를 대체할 동등 이상의 공기압축기를 선정하여 시험 모델에 적용해 비교 시험을 병행하였다. 시험 과정을 통해 측정된 자료를 수집 및 분석하여 제안한 모델의 유효성을 검증함으로써 앞서 언급한 3종류의 시험 모델 중 단독 동작 제어에 가장 적합한 모델을 도출하였다.

시스템에 적용하기 위한 연구에서는 3D 모델링 기법을 통해 추가되는 구성품들에 대한 조립성을 사전에 확보했다. 또한, 시스템 운용환경에서 발생할 수 있는 고장 유형을 분석하여 저온 환경(-32℃)에 운용 시 발생할 수 있는 응축수 결빙에 대한 대응책과 공기압축기 비정상 동작에 대한 ‘Alarm’ 기능을 추가 적용하였다. OO 다기능레이더 적용 검증은 양산 장비 및 기배치 장비를 활용하였으며 공기압축기의 성능이 개선됨에 따라 기존 압축 공기발생장치 대비 기능적 측면에서의 우수성을 확보할 수 있었다. 나아가 개선 모델이 OO 다기능레이더에 적용됨에 따라 공기압축기 성능저하에 대한 합리적인 조치 방안으로 소요군의 원활한 장비운용에 기여하였다.

본 연구 결과를 기반으로 OO 다기능레이더와 같이 공기압축기를 사용하여 도파관 내부에 공기를 채우는 방식이 적용된 타 유사 무기체계에 확대 적용이 가능하다. 또한, 본 연구가 제시한 방식을 유사 레이더 시스템 개발 및 기존 장비를 성능개량에 적용한다면 공기압축기의 효율적 사용에 대한 합리적 개선방안의 표준 모델이 될 수 있을 것으로 기대한다.

References

- [1] G. S. Lee, J. Y. Park, K. Y. Jeong "Korea's first 3D phased array 'multi-function radar' The Proceedings of the Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science v.28 no.2 ,pp. 20 - 22, 2017, 1738-9712.
- [2] S. C. Lee, W. Y. Jeong, C. I. Park, M. J. Kwon "A study on the effect following PAO leakage in High Power Transmission system, Multi Functional Radar". DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.8.67>
- [3] M. N. Pham, C. J. Yang, J. H. Kim, B. G. Kim "Transient Structural Analysis of Piston and Connecting Rods of Reciprocating Air Compressor Using FEM" Journal of fluid machinery v.12 no.4 = no.55 ,pp. 23 - 29, 2009, 1226-9883.

- [4] H. W. Lee "Refrigerant system of PWM multi-speed Compressor", Technical Report, RESEAT, Korea, pp 1-5.
- [5] S. H. Kim, N. K. Kim "A Study on the Application Method of 3-Dimensional Modeling Data", The Korean Society of design science, pp. 109 - 119, 1996, 1226-8046.
- [6] Y. G. Kim, M. J. Son, S. C. Noh, S. J. Kim "A Study on Prevention of Condensation and Freezing in Radar Waveguide using Condition Based Maintenance"
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.7.229>

권민재(Min-Jae Kown)

[정회원]



- 2014년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 2014년 1월 ~ 현재 : 한화시스템 연구원

박창인(Chang-In Park)

[정회원]



- 2011년 2월 : 동의대학교 전자공학과 (공학사)
- 2014년 1월 ~ 현재 : 한화시스템 연구원

<관심분야>

레이더, 전자/전기

<관심분야>

레이더, 정보통신

김석민(Seok-Min Kim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 2014년 7월 ~ 현재 : 한화시스템 연구원

<관심분야>

레이더, 국방과학