Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 20, No. 12 pp. 102-109, 2019

https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.12.102
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

K56 탄약운반장갑차용 서보제어기의 회로카드조립체 설계에 관한 연구

이주승[1*], 김성진[1], 배공명[1], 권순모[2], 박현조[3], 최준석[4]
[1]국방기술품질원 기동화력센터, [2]국방기술품질원 품질경영부, [3]한화디펜스 체계기술1팀, [4]영풍전자 생산기술팀

The Study on Design of Circuit Card Assembly on Servo Control Unit for Automated Resupply Vehicle K56

Ju-Seung Lee[1*], Seong-Jin Kim[1], Gong-Myeong Bae[1], Soon-Mo Kwon[2], Hyean-Jo Park[3], Jun-Sok Choi[4]
[1]Land Systems Center, Defence Agency for Technology and Quality
[2]Quality Management Division, Defence Agency for Technology and Quality
[3]System Engineering Team 1, Hanwha Defense
[4]Production Operation Department, Young Poong Electronics

요 약 본 논문은 K56 탄약운반장갑차에 장착되는 서보제어기의 통신오류를 제거하기 위한 회로카드조립체의 설계에 대한 연구이다. K56 탄약운반장갑차는 K-55A1 자주포에 탄약 보급 및 적재를 자동화한 무기체계로써, 탄약운반장갑차의 서보제어기는 탄약이동 제어를 담당하는 핵심적인 기능품이다. 따라서, 서보제어기는 K-55A1 자주포의 운용성을 위해 높은 통신 안정성 및 신뢰성이 요구된다. 그러나, 기존의 서보제어기는 간헐적인 통신오류가 발생하는 문제점이 확인되었으며, 이로 인한 긴급정지 현상이 발생한 바 있다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해 서보제어기의 통신신호 분석 및 서보제어기의 회로카드조립체에 대한 고장원인을 식별하였다. 또한 고장원인 분석을 통해 회로카드조립체의 Data/Address 라인에 의한 신호간섭이 발생하는 현상을 확인하였으며, 각 통신회선 간의 이격거리 조정, 위치변경 등의 신호간섭을 회피하는 재설계를 수행하여 통신오류 현상을 해소하였다. 마지막으로 제안된 원인 분석 및 설계의 유효성을 서보제어기 단품시험과 체계장비 부착시험을 통해 입증하였다. 따라서, 서보제어기의 신뢰성 확보를 통한 방위력 향상과 더불어, 통신의 신뢰성이 필요한 유사품목의 설계에도 참고자료가 될 것으로 기대된다.

Abstract This paper describes the design of the circuit card assembly to eliminate the communication error on a servo control unit installed in the automated resupply vehicle K56. K56 is a weapon system that automates the supply and loading of ammunition on the K-55A1 self-propelled artillery. As the core item responsible for ammunition movement control, the servo control unit is required to have good communication stability and reliability, but the conventional unit has recognized a problem that communication error intermittently occurs, resulting in an emergency stop phenomenon. We analyzed the communication signal of the servo control unit and identified the failure cause of the circuit card assembly to solve this problem. In addition, the signal interference in data/address line of the circuit card assembly was confirmed through analysis of the failure cause, and redesigned to avoid the interference, such as adjustment of the distance between communication lines and position change. Finally, the proposed cause analysis and redesign were verified through the component of servo control unit and attachment test on K56. We expected these study results to be used as reference for the design of other similar items.

Keywords : K56, Servo Control Unit, Circuit Card Assembly, Noise, Quality Improvement

*Corresponding Author : Ju-Sueng Lee(Defence Agency for Technology and Quality, DTaQ)
email: jslee@dtaq.re.kr
Received August 12, 2019 Revised September 10, 2019
Accepted December 6, 2019 Published December 31, 2019

1. 서론

K56 탄약운반장갑차(이하 K56 탄운차)는 K-55A1 자주포의 전술진지 또는 사격진지까지 신속하며 지속적으로 탄약을 보급해주는 장비를 말한다. K56 탄운차는 K-55A1 자주포의 작전 영역이 광역화되고 적 위협에 대한 노출이 증가됨에 따라 이와 대등한 기동력과 방호력을 보유하고 동일한 작전환경에서 지속적으로 근접지원 가능한 자동화된 탄약 공급체계가 필요하여 개발이 추진되었다[1,2].

이러한 K56 탄운차는 기존의 5톤 탄약운반차량이 야지 기동성과 생존성이 취약하고 병사들의 전투피로도가 높아 K-55A1 자주포의 성능발휘가 제한되는 문제점을 해결함으로써 군의 작전 수행 능력을 월등히 향상시키는데 기여하였다. 국내에서 연구개발된 K56 탄운차 체계는 Fig. 1과 같이 크게 동력장치, 현수장치, 전기장치, 제어장치 등으로 구성되어 있으며, K56 탄운차의 자동화된 탄약 보급 및 적재의 핵심기능을 하는 제어장치는 특히 중요한 역할을 한다.

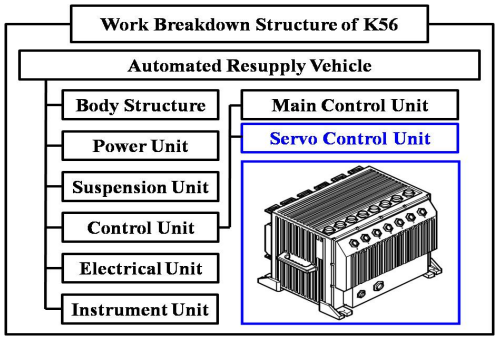

Fig. 1. The rough work breakdown structure of K56

탄약 보급 및 적재 제어장치는 다축 모터 구동 기반의 탄약 보급 및 적재 기구장치의 자동제어를 수행하며, Fig. 1과 같이 크게 주제어기와 서보제어기로 구성되어 있다. 이 중에서도 서보제어기는 탄약보급 기구장치의 서보 모터의 전원 공급 및 제어를 담당하는 핵심품목으로 데이터 통신에 대한 안정성 및 신뢰성이 필요한 품목이다. 특히, 제어기에서 통신오류에 대한 문제가 발생할 경우 탄약 공급의 기능 상실로 인하여 K-55A1 자주포의 운용성을 저하시킬 수 있다.

본 연구에서는 K56 탄운차의 탄약 보급 및 적재 중 발생한 서보제어기 통신오류 현상의 고장분석을 수행하였으며, 서보제어기 구성품의 신호 간섭현상이 원인임을 입증하였다. 또한 고장원인인 신호 간섭을 회피하는 설계 방안을 도출하여 서보제어기에 적용하였다. 마지막으로 단품시험, 환경시험, 체계부착시험으로 개선된 서보제어기는 동일한 유형의 고장이 발생하지 않음을 확인하였다.

2. 본론

2.1 서보제어기 소개 제목

서보제어기는 탄약보급 기구시스템의 동작을 제어하고 주제어기와 통신을 담당하는 장비로써, 주제어기와 데이터 통신(CAN : Controller Area Network) 방식을 통하여 동작별 제어에 필요한 정보를 획득하고 이 정보를 바탕으로 탄약 보급 및 적재 기구장치를 명령(신호)에 맞게 다축, 궤적제어 및 서보제어를 수행한다.

Fig. 2와 같이 서보제어기는 다축 제어를 담당하는 다축제어용 모듈(이하 다축모듈)과 모터 1~7축 제어를 담당하는 서보제어용 모듈(이하 서보모듈), 모기판용 회로카드조립체(이하 회로카드조립체) 등으로 구성되며, 서보제어기 내 다축제어용 모듈과 서보제어용 모듈은 DPRAM(Dual Port Random Access Memory) 통신을 통해 서로 간의 정보를 공유한다. DPRAM은 별개의 00 bit Data 라인 및 Address 라인을 가지고 있으며 다축 제어보드와 서보 제어보드를 사용하여 데이터를 송·수신한다. K56 탄운차는 탄 적재 및 보급명령을 수행하는데 있어 서보제어기 뿐 아니라 주제어기로 제어형태를 확장시켜 사용되고 있으며 따라서 별도의 통신 프로토콜을 정립하여 사용되고 있다.

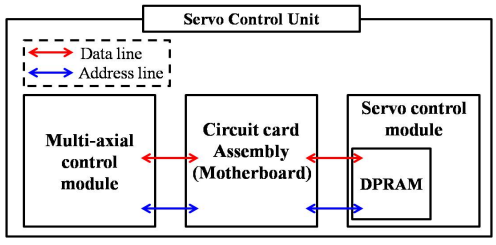

Fig. 2. The scheme of servo control unit

2.2 통신오류 발생현상

K56 탄운차의 탄약 적재 및 보급에 대한 시험 중 긴급정지와 통신오류 메시지 전시가 발생하였다. 이때, 통신오류는 서보제어기에서 발생한 것으로 확인되었으며, 다축모듈과 서보모듈 간의 신호 Checksum 오류시 발생

한다.

서보제어의 신뢰성 확보를 위해 Fig. 2와 같이, 서보제어기의 다축모듈은 회로카드조립체의 Data/Address Bus를 통하여 서보모듈의 DPRAM에 저장된 정보를 읽은 후 일치성 검사를 수행하며, 이상이 없을 경우 주어진 명령을 수행하게 된다. 이 때, 이상 확인을 위한 신호 교환은 1 ms마다 이루어지며, 서보모듈이 송신한 Checksum 값을 다축모듈에서 수신하여 Checksum 값을 비교하여 메시지의 정합성을 확인하는 방식을 사용한다. 이 때, 통신오류는 연속 10회 Checksum 불일치하는 경우에 발생하는 것으로, 서보제어기의 각 모듈, 기판 중 다양한 고장으로 발생할 수 있어 이러한 오류의 원인 파악을 위한 분석이 필요하였다.

3. 서보제어기 통신오류 원인분석

3.1 통신오류 발생원인 파악

다축모듈과 서보모듈 간의 통신오류는 DPRAM의 결함과 같은 제어보드의 부품 결함에서부터, 운용 중 운용자가 직접 긴급정지 명령을 준 경우까지 다양한 경우에 발생한다.

통신오류 원인분석은 통상 기능검사, 육안검사, 비파괴검사, 파괴검사 그리고 신호검사로 구성된다. 소프트웨어의 수정을 통한 개선도 고려하였으나, Fig. 3과 같이 물리적 해결에 우선하여 고장분석을 수행하였다.

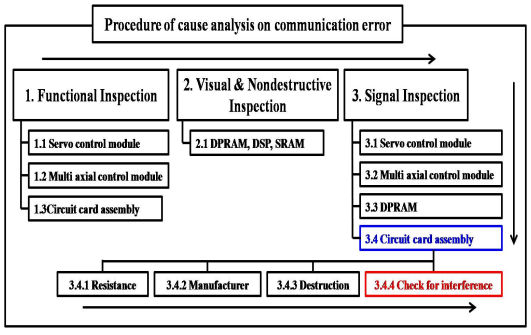

Fig. 3. Procedure of cause analysis on communication error

우선, 본 연구에서는 통신오류 원인을 파악하기 위해 각 기판, 모듈, DPRAM의 결함 파악 및 서보제어기의 Data/Address 신호를 분석하였다. 이때 각 모듈과 DPRAM을 교체하여 분석한 결과 각 모듈 및 DPRAM을 양품으로 변경하였음에도 서보제어기의 통신 신호의 이상이 계속 발생하였다. 이에 각 모듈의 신호를 전달하는 회로카드조립체 신호를 분석하였다.

Fig. 4는 다축모듈에서 Data Read 시 측정값과 서보모듈에서 발생한 신호값을 비교한 결과이다. Fig. 4에서 확인된 바와 같이 신호값 전체에 리플(riffle)이 발생하였으며, 이는 각 모듈의 오작동으로 인한 문제가 아닌 회로카드조립체의 Data/Address Bus에서 발생한 신호 이상으로 파악되었다.

따라서 시험 중 발생한 통신오류의 원인은 회로카드조립체에서 주고받는 Data/Address 신호 간에 간헐적인 이상이 발생하여 Checksum 오류가 누적된 것으로 추정하였으며, 회로카드조립체에서 신호 이상이 발생하는 원인 분석을 위해 회로카드조립체의 고장분석을 실시하였다.

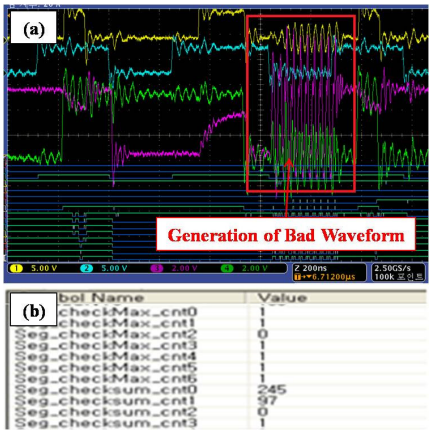

Fig. 4. Measurement of the data/address signal: (a) generation of bad waveform, (b) value of the checksum

3.2 회로카드조립체 고장분석

회로카드조립체는 Fig. 5와 같이 6개의 구리판과 사이사이에 절연체가 적층된 6층 기판으로 구성되어 있으며, 전체 두께는 국방규격 기준 0.0 ± 0.0 mm으로 설계되었다. 1층과 3층에서는 그라운드(ground) 신호를 담당하며, 2층과 4층, 5층에서는 Data/Address 신호, 5V, 24V 전원 신호를 주고받는 역할을 한다. 마지막으로 6층에서는 5V와 24V의 전원 신호를 주고받는 구조로 이루어져있다.

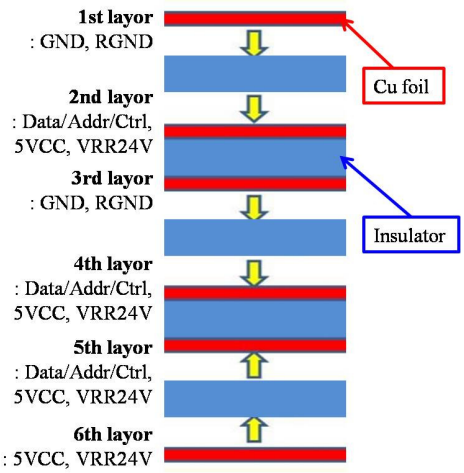

Fig. 5. The scheme of circuit card assembly

회로카드조립체의 고장은 다양한 원인이 있을 수 있다. 특히, 저항 등의 소자 이상, 냉납 등 작업이상, PCB 공정 불량, 층간 박리 등 노후화, Bus간 신호 간섭 등이 있다. 문제에 대한 원인을 분석하기 위해 Fig. 6과 같이 피쉬본(fishbone) 다이어그램을 사용하였으며, 각각의 원인 분석 결과는 다음과 같다[3].

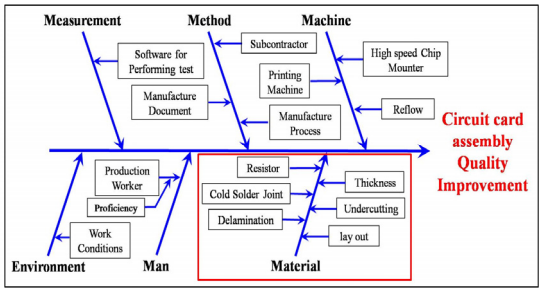

Fig. 6. Fishbone diagram for problem solving

3.2.1 저항값 변경

회로카드조립체의 저항값의 이상을 확인하기 위해 Data/Address Bus 라인에 적용된 저항값을 변경해 보았다. Fig. 7과 같이 동일한 신호 이상이 발생하여 저항이 고장의 원인이 아님을 확인하였다. 한편, Fig. 7과 같이 저항값을 변경시켰을 때 이상 신호의 세기가 증가하여, 신호 간섭이 원인일 수 있음을 추정하였다.

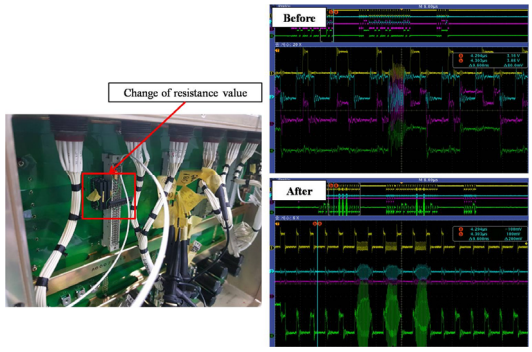

Fig. 7. Signal test results according to change of the resistance value

3.2.2 PCB 제조 공정(1)

회로카드조립체의 제조 공정 문제 여부를 파악하기 위해 Fig. 8과 같이 기존 제조사의 회로카드조립체(PCB(A))과 제조사 변경을 통해 새로운 회로카드조립체(PCB(B))을 제작하였으며, 신규 회로카드조립체의 Data/Address 신호 측정시험을 하였으나 동일한 이상현상이 발생하였다.

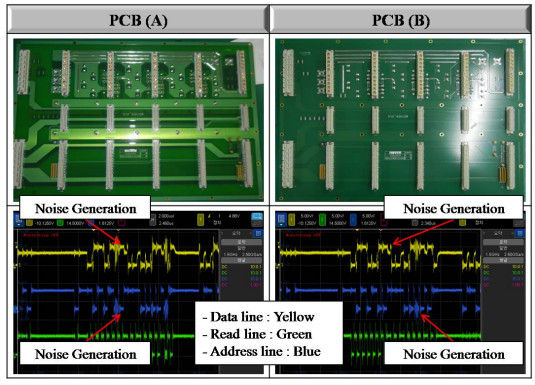

Fig. 8. Signal test results according to change of maker

3.2.3 PCB 제조 공정(2)

다음으로 회로카드조립체의 솔더링 상태, 층간 박리 등이 규격에 맞게 제작되었는지 확인하기 위해 회로카드조립체의 단면을 확인하였다. 확인결과 Table 1과 같이 요구되는 설계 기준치를 모두 만족시켰으며, 특이사항은 발견되지 않았다.

Table 1. PCB quality test results according to change of maker

Test (Requirement)	PCB (A)	PCB (B)
Copper Plating Thickness (25 ㎛ or more)	30.7 ㎛	31.7 ㎛
Solder Mask (17.5 ㎛ or more)	19.5 ㎛	19.5 ㎛
Undercutting (25 ㎛ or less)	1.154㎛	0.577 ㎛
Conductor Edge Outgrowth (30 ㎛ or less)	0 ㎛	0 ㎛
Conductor Width (0.3 mm ± Min. 20%)	0.301 ㎛	0.301 ㎛

3.2.4 Bus 간 간섭 여부 확인

마지막으로 Data 라인과 Address 라인의 간섭여부를 확인하기 위해 Fig. 9(a)처럼 플랫케이블을 활용하여 다축모듈과 서보모듈을 연결하여 시험을 해보았다. 본 시험을 통해 Fig. 9(b),(c)와 같이 Data/Address Bus 케이블을 이격 시 이상 현상이 발생하지 않고, 케이블을 중첩 시 간섭으로 인한 이상 현상이 발생하는 것을 확인할 수 있었으며, 이로 인해 회로카드조립체의 설계 구조에 문제가 있는 것으로 판단하였다.

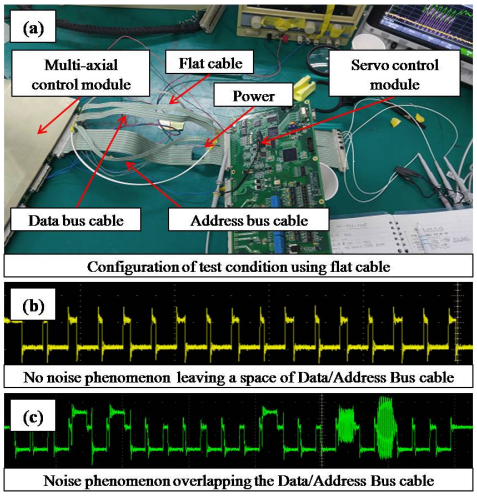

Fig. 9. Signal test results: (a) the scheme of flat cable test, (b) leaving a space of data/address bus cable and (c) overlapping the data/address bus cable

3.3 회로카드조립체 설계 분석

회로카드조립체의 설계 구조를 검토한 결과 Fig. 5와 같이 2층, 4층, 5층에서 Data 및 Address 라인이 인접하여 간섭이 발생한 것으로 추정할 수 있다. 특히 Fig. 7의 구성으로 Bus의 신호 간의 간섭 여부를 신호별로 조합하여 확인한 결과, 4층과 5층의 각 신호 간 간섭의 영향이 큰 것을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구는 Data 및 Address 라인 간 간섭이 발생하지 않는 구조에 관한 설계개선을 수행하였다.

4. 설개개선 및 입증시험

앞의 설계 분석에 따라, 현재 회로카드조립체는 회로기판 설계 시 인접한 통신회선 사이의 정전유도 간섭과 전자유도 간섭 등 통신회선 간에 간섭 현상을 고려하지 않았으며, 이로 인한 통신오류가 발생하는 것을 확인하였다. 정전유도 간섭은 인접한 도체 또는 유전체 간의 커페시턴스 용량에 의한 간섭 노이즈(noise)이며, 전자유도 간섭은 인덕턴스 자속의 변화로 기전력 발생에 의한 간섭 노이즈로써, 이를 최소화 할 수 있는 회로기판 설계 구조를 적용하는 방안이 IEC/UL 60950-1과 IPC 2221, IPC 9592 등에 소개되어 있으며, 이번 설계개선 방안에 참조하여 서보제어기 시스템 동작에 문제가 없도록 하였다[4-9].

따라서 본 연구에서는 간섭 노이즈 최소화를 위해 근접한 통신회선 간의 이격거리 조정, 그라운드 배치를 변경하여 신호의 간섭 방지 및 잡음 개선에 초점을 두었다. 또한, Data 라인의 길이가 길수록 각 신호 간 간섭에 의한 노이즈성 신호 유발 영향이 크기 때문에 Data 라인의 길이 축소를 위해 어레이 저항의 위치를 변경하였다.

4.1 회로카드조립체 설계 구조변경

Table 2와 같이 2층, 4층, 5층에서 Data/Address 라인이 겹치는 구조를 가지던 기존의 회로카드조립체에서 서로 다른 전원은 인접 층에서 겹치지 않도록 1층, 3층, 5층에 배치하여 Data 및 Address Bus 라인을 이격시켰으며, 이에 따라 신호세기 영향이 감소됨을 기대할 수 있었다[5].

그리고 Fig. 10과 같이 어레이 저항의 위치를 기존 커넥터의 우측에서 좌측으로 변경하여 Data 라인 길이를 30 mm 축소시켜 각 신호 사이에서 간섭에 의한 노이즈성 신호 유발을 방지하도록 설계변경 하였다. 이로써, 회로카드조립체 내 Data 및 Address 간의 영향을 감소시킬 수 있었다[5].

Table 2. Before and after design change of the circuit card assembly

Classification	Before	After
Top	· GND (5V) · RGND (24V)	· Data/Addr/Ctrl · GND (5V) · RGND (24V)
2nd	· 5VCC · VRR24V · Data/Addr/Ctrl	· VRR24V · GND (5V)
3rd	· GND (5V) · RGND (24V)	· GND (5V) · RGND (24V) · Data/Addr/Ctrl
4th	· 5VCC · VRR24V · Data/Addr/Ctrl	· VRR24V · GND (5V)
5th	· Data/Addr/Ctrl · GND (5V) · RGND (24V)	· Data/Addr/Ctrl · GND (5V) · RGND (24V)
Bottom	· 5VCC · VRR24V	· 5VCC · VRR24V

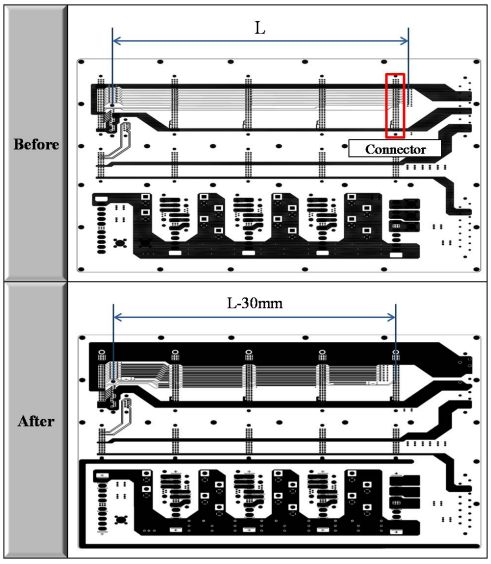

Fig. 10. Reduction the data line length of circuit card assembly

4.2 서보제어기 통신시험

우선 개선된 회로카드조립체를 적용한 서보제어기의 성능 시험을 수행하였다. 우선, 신호 전달 시 간섭현상 여부를 확인하기 위해 기존의 다축모듈과 서보모듈을 그대로 사용하여 Data/Address 신호 측정 시험을 수행하였다. Fig. 11과 같이 오실로스코프를 사용해 노이즈 현상을 확인한 결과 간섭 현상이 발견되지 않았다.

또한, Bus 구조변경으로 인한 성능 변동을 확인하기 위해 180분 연속 모터 구동 시 고장현상 및 Checksum 오류를 확인하였다. Fig. 12와 같이 기존 회로카드조립체를 사용한 서보제어기에서는 임의의 모터 축에서 최대 139회의 Checksum 오류가 발생하였고 이에 따라 긴급정지 고장이 발생하였으나, 개선된 회로카드조립체를 적용한 서보제어기에서는 고장 및 Checksum 오류가 1회도 발생하지 않는 것으로 확인되었다.

두 시험을 통해 Data/Address 라인의 이격 등으로 인한 인접한 회선 간에 정전유도 간섭이나 전자유도 간섭이 해소되었기 때문에 노이즈 현상이 발생하지 않았고 따라서 Checksum 오류가 발생하지 않는 것으로 확인되었다.

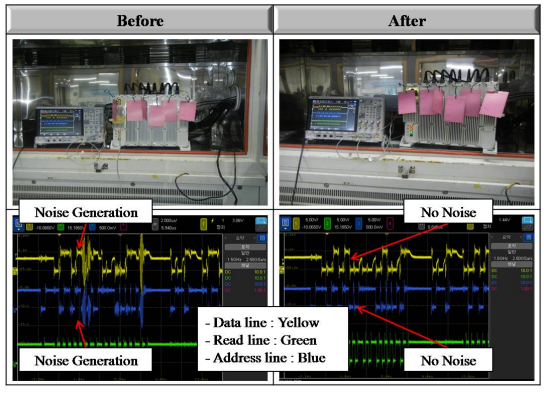

Fig. 11. Noise test results before and after quality improvement

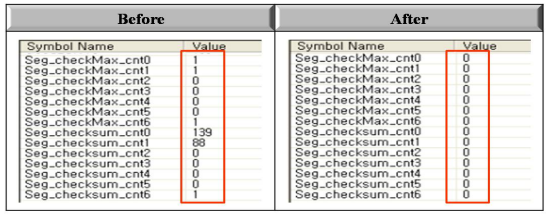

Fig. 12. Checksum test results before and after quality improvement

4.3 전자파 시험 및 체계장착 시험

개선된 서보제어기에 대해 전자파 적합성(EMC: Electromagnetic Compatibility) 시험을 통해 전자기 호환성에 대한 신뢰성을 보장하였다. 시험기준은 제품의 적용규격인 미국 국방규격(MIL-STD-461F)을 적용하였으며, 전자파 전도방출 시험, 전자파 전도내성 시험, 전자파 복사방출 시험, 전자파 복사내성 시험을 진행하였다

[10]. 모든 조건에서 적합하다는 시험결과를 얻음으로써 회로카드조립체용 회로카드조립체 설계변경의 타당성을 입증하였다.

다음으로 체계영향성을 검증하기 위해 서보제어기를 K56 탄운차에 장착하여 확인하였다. 긴급정지 오류가 발생했었던 탄약 적재 및 보급 시험의 수행을 통해 개선품의 신뢰성을 입증하고자 하였으며, 구동 시 정상동작을 수행한 결과로 통신오류를 해소한 것을 확인하였다.

5. 결론

본 연구는 K56 탄운차용 서보제어기의 통신오류를 방지하는 회로카드조립체의 설계에 대해 연구하였다. 통신오류에 영향을 미치는 노이즈 현상을 Data/Address 라인의 이격과 그라운드 배치 변경의 연관성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. K56 탄운차의 탄약 적재 및 보급 시 긴급정지 오류 현상은 서보제어기의 통신오류로 인해 발생하였으며, Data/Address 라인 간에 발생하는 노이즈성 신호에 의해 나타나는 현상임을 확인하였다.
2. 회로카드조립체의 구조 설계에 대한 측면에서 분석한 결과 기존의 Data/Address 라인은 인접한 층에 겹쳐있고 Data 라인의 길이가 길어서 노이즈성 신호가 발생하였지만, Data/Address 라인을 이격시키고 Data 라인의 길이를 축소시킴으로써 노이즈성 신호 유발을 제거하도록 설계하였다.
3. 개선된 서보제어기에 대한 통신시험 결과 노이즈 현상이 관찰되지 않았으며, 긴급정지 오류가 발생하지 않았다. 전자기 적합성 시험 및 체계장착 시험을 수행한 결과 모든 규격을 만족하였고, 탄약 적재 및 보급 구동 시 정상작동을 통해 신뢰성을 확보하였다.

References

[1] C. Y. Jung, J. M. Lee, J. Y. Lee, Y. K. Park, "Operational Effectiveness Analysis of Field Artillery Ammunition Support Vehicle for K-55 Self-Propelled Artillery Using Simulation", Journal of The Korea Society for Simulation, Vol.20, No.3 pp.11-18, 2011.

[2] Y. I. Park et al., "The Report on Results of Quality Assurance Activities for the Initial Product of K56", DTaQ Technical Report, 2015.

[3] N. S. Ahn, "Suggestion for Change in Risk Management Based Government Quality Assurance Activities of Military Supplies", Journal of the Kerea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.16, No.9 pp.5914-5923, 2015.
DOI: http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.9.5914

[4] A. Weiler and A. Pakosta, "High-speed layout guidelines", Texas Instruments, Tech. Rep, 2006.

[5] Y. S. Sohn, J. C. Lee, H. J. Park, S. I. Cho "Empirical equations on electrical parameters of coupled microstrip lines for crosstalk estimation in printed circuit board", IEEE Transactions on Advanced Packaging, Vol.24, Issu.4 pp. 521-527, 2001.
DOI: http://dx.doi.org/10.1109/6040.982839

[6] IEC 60950-1, Information technology equipment -Safety-Part 1 : General requirements, 2013.

[7] UL 60950-1, UL Standard for Safety Information Technology Equipment-Safety-Part 1 : General Requirements, 2007.

[8] IPC 2221, Generic Standard on Printed Board Design, 1998.

[9] IPC 9592, Requirements or Power Conversion Devices for the Computer and Telecommunications Industries, 2008.

[10] MIL-STD-461F, Requirements for the control of electromagnetic interference characteristics of subsystems and equipment, 2007.

이 주 승(Ju-Seung Lee) [정회원]

- 2012년 2월 : 부산대학교 재료공학부 (공학사)
- 2014년 2월 : 부산대학교 재료공학과 (공학석사)
- 2014년 7월 ~ 2015년 7월 : 현대중공업 용접연구실 연구원
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

〈관심분야〉
국방, 기계/재료, 진동/소음

김 성 진(Seong-Jin Kim) [정회원]

- 2008년 2월 : 연세대학교 전기전자공학부 (공학사)
- 2010년 2월 : KAIST 전기전자공학과 (공학석사)
- 2015년 2월 : KAIST 전기전자공학과 (공학박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

〈관심분야〉
국방, 정보통신, 전기전자

배 공 명(Gong-Myeong Bae) [정회원]

- 2006년 8월 : 부산대학교 기계공학부 (공학사)
- 2008년 8월 : 부산대학교 기계공학부 정밀가공시스템전공 (공학석사)
- 2008년 9월 ~ 2014년 2월 : 부산대학교 기계공학부 정밀가공시스템전공 (공학박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

〈관심분야〉
국방, 기계/재료, MEMS

권 순 모(Soon-Mo Kwon) [정회원]

- 1999년 2월 : 고려대학교 전파공학과 (공학사)
- 2001년 2월 : 고려대학교 전파공학과 (공학석사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

〈관심분야〉
국방, 정보통신, 소프트웨어

박 현 조(Hyean-Jo Park) [정회원]

- 1990년 2월 : 동아대학교 전자공학과 (공학사)
- 1989년 2월 ~ 1992년 3월 : 삼성전자 정보통신사업부 시스템설계
- 1992년 4월 ~ 2000년 2월 : 삼성항공 기술센터
- 2000년 3월 ~ 2015년 6월 : 삼성테크윈 기술센터
- 2015년 7월 ~ 현재 : 한화디펜스 체계기술1팀 부장

〈관심분야〉
국방, 정보통신, 전기전자

최 준 석(Jun-Sok Choi) [정회원]

- 1999년 2월 : 창신대학교 전자공학과 (공학사)
- 1998년 11월 ~ 2012년 10월: ㈜노키아티엠씨 신뢰성팀 과장
- 2013년 6월 ~ 현재 : ㈜영풍전자 생산기술팀 차장

〈관심분야〉
전기전자, 회로이론, 전자제어, 모터제어