

군 위성통신체계의 페데스탈제어조립체 정비 장비 개발

이태영¹, 이제동¹, 김성진¹, 김다혜², 이재민³, 김동성^{*}

해군 군수사령부 함정기술연구소,
금오공과대학교{ICT융합특성화연구센터², IT융복합공학과^{3,*}}

{telee63, 4804444, KSJ1225}@navy.mil.kr¹, {d-h.kim², ljmpaul³, dskim^{*}}@kumoh.ac.kr

Development of Maintenance Equipment for ANASIS Pedestal Control Unit

Tae Yung Lee¹, Je Dong Lee¹, Sung Jin Kim¹, Da-Hye Kim², Jae-Min Lee³, Dong-Seong Kim^{*}

Naval Technology Research Institute, ROKN Logistics Command¹,
{ICT Convergence Research Center², Dept. of IT Convergence Engineering^{3,*}}, Kumoh National
Institute of Technology

요 약

본 논문에서는 군 위성통신체계 수상함용 위성안테나 자세 제어 시스템의 핵심장비인 페데스탈제어조립체의 정비 장비 개발에 관해 서술한다. 수상함용 위성안테나는 불규칙적으로 실시간 변화하는 수상함의 수평 조건에서도 위성과의 안정적인 통신상태 유지를 위해 자세 제어 시스템이 필요하다. 본 연구에서는 군 위성통신체계 위성안테나의 자세 제어 시스템의 페데스탈제어조립체 정비를 위한 장비를 개발하고 개발한 장비를 통해 전자회로카드의 고장식별 및 부품 식별률이 향상됨을 보여준다.

I. 서 론

군 함정에 탑재되어 운용되는 위성안테나는 해상환경에 의한 불규칙한 흔들림, 충격, 진동 등의 다이내믹한 환경 속에서도 안정적인 성능을 지속적으로 유지할 수 있어야 하며 위성안테나는 해상에서 대기권 밖의 위성과의 통신을 유지하는 만큼 더욱더 고도의 안정성을 요구받는다. 이를 위한 위성안테나 시스템은 복잡하고 민감하며 특히 다이내믹한 해상환경 속에서 위성안테나의 자세안정화를 위해 수평과 위성 지향성을 제어하는 페데스탈제어조립체(PCU: Pedestal Control Unit)는 수상함용 위성안테나의 운용에 있어 필수적인 시스템이다[1-3]. PCU는 고주파 송신안테나를 탑재한 함정이 해상환경에서 그림 1과 같이 롤링(Rolling), 피칭(Pitching) 및 요잉(Yawing) 등 6차 자유운동에 의해 함정의 수평이 틀어지게 되어도 함정 송신안테나가 수평 상태를 유지하여 위성과의 안정적인 통신을 가능하게 하는 안테나 안정화 장치다.

본 연구에서는 PCU의 구성품, 계통도 및 회로분석 등 충분한 자료검토를 기반으로 회로별 주요 부품의 입·출력 신호를 분석하고 함수발생기 및 스펙트럼분석기 등을 활용하여 입·출력 모사신호 시험환경을 구축한 후 시험회로를 설계하여 전자회로카드의 BIT(Built-in Test) 정비를 제안한다.

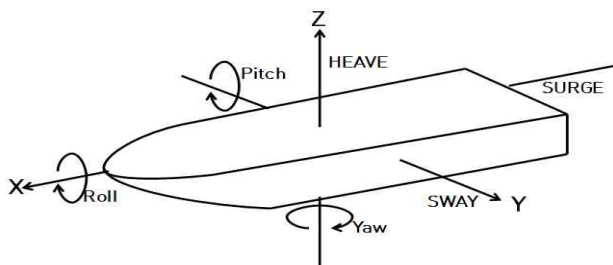


그림 1. 함정의 6차 자유운동

II. PCU의 구조 및 특성 분석

함정에 탑재된 군 위성안테나 페데스탈 장치는 위성안테나의 수평자세 제어 및 위성방향으로의 안테나 방향지향성을 제어하는 단위 장비로 함정의 롤링, 피칭, 요잉의 움직임에 대해 안정화 및 위성을 지향할 수 있도록 AZ 축, CL 축, EL 축 모터를 가진 3자유도 구동장치와 수평 및 경사각 측정을 위한 1자유도의 SC 축 모터로 구성되어 있다. 각각의 구동조립체는 모터와 감속기, 레졸버 센서 및 리미트 스위치 등으로 구성되어 있으며 그림 2에서 PCU의 구성을 보여준다. AZ 조립체는 360° 전방위의 방위각(Azimuth) 구동을 담당하고, CL 조립체는 -55°~+55°의 교차레벨(Cross Level) 구동을 담당하며, EL 조립체는 -30°~+120°의 고각(Elevation) 구동을 담당한다. 각축은 2채널 모터 드라이버 2기(AZ/CL, EL/SC)를 통해 구동되며 페데스탈제어반으로 제어신호를 입력받아 구동축에 대한 실시간 제어가 이루어진다.

III. PCU 정비 장비 설계 및 개발

1. PCU 정비 장비의 설계

PCU 정비 장비의 개발을 위해 그림 3과 같이 정비대상회로카드 6종에

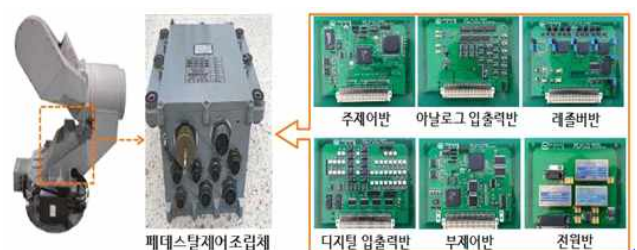


그림 2. 페데스탈 제어조립체의 구성

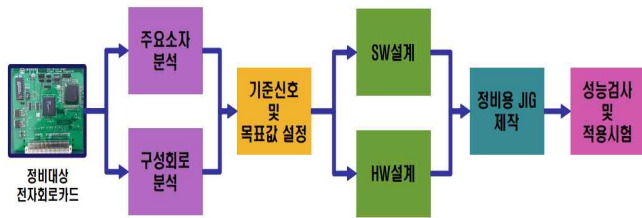


그림 3. 페데스탈 제어조립체 정비 장비 설계방안

대한 주요소자 및 구성회로를 분석하여 기준신호 및 목표값을 설정하고 이를 실현하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어를 설계한다. 이후 정비대상 회로카드 6종에 대한 성능검사를 통해 정비 장비의 고장탐지율 및 신뢰도 등을 파악한 후 회로수정과 조정을 반복하여 완성도를 확보한다.

2. 하드웨어 개발

개발하는 장비의 핵심기능은 테스트베드 PCB를 사용하여 시험대상인 전자회로카드 장착 후 모의신호를 인가하고 신호처리 후 변환되어 표시되는 신호를 확인하여 입력기능을 확인하고 사용자 명령에 따라 출력되는 신호를 계측기 및 육안으로 확인하여 제어명령의 정상수행 상태 확인이 가능하도록 구현하였다. 그림 4는 정비 장비의 구성도이다.

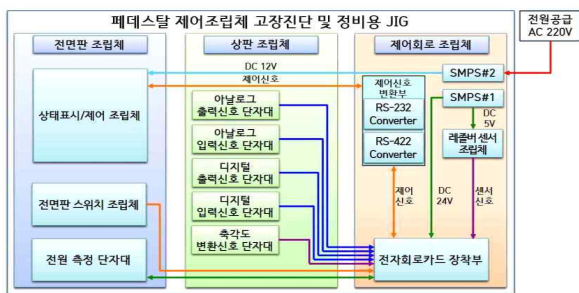


그림 4. 정비 장비 구성도

3. 소프트웨어 개발

개발하는 장비의 소프트웨어는 산업용 PC에서 구동되는 운용프로그램인 LabVIEW를 활용하여 개발하였다. 상태진단 프로그램은 위성안테나를 제어하고 구동상태를 실시간 확인이 가능하도록 구성되어 있으며 BIT 시험 프로그램은 전자회로카드를 별도로 장착하여 각 회로를 전수 검사하여 출력데이터의 확인 및 입력상태 등을 제어가능하도록 구현되었다. 그림 5는 정비 장비 및 개발한 상태진단, BIT 시험 프로그램이다.

IV. PCU 정비 장비 성능 결과

1. 회로카드 고장탐지 시험

시험대상 전자회로카드에서 입력력 시험을 통한 데이터를 확인 및 측정하여 고장회로 및 해당 부품을 식별한 뒤 식별된 고장부품을 교체 후 다시



그림 5. 정비 장비 및 소프트웨어 형상

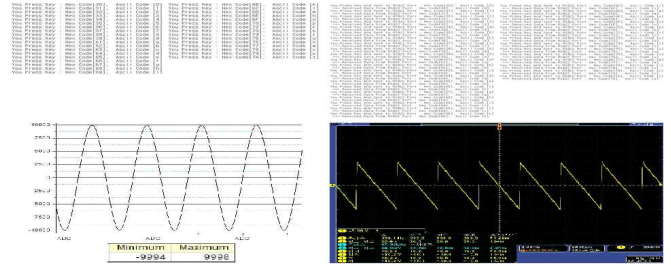


그림 6. 제어명령 입력 및 출력확인

검사를 시행하여 정상동작의 유무를 확인하였다. 그림 6은 제어 명령의 입력 및 출력 화면이다.

2. 정비 장비 시험

정비 장비를 활용하여 전자회로카드의 고장탐지 및 고장부품 식별을 반복수행하고 전자회로카드의 유효채널과 해당 채널의 입력력 신호의 정상 규격에서 오차범위 5%로 규정 후 다시 반복 식별을 진행하여 고장탐지율 및 부품 식별율을 100%까지 확보하였다. 기능검사를 반복수행한 전자회로카드는 군 위성안테나에 장착 후 동작 시 전량 정상 동작이 확인하였으며 이를 바탕으로 정비요원의 정비수행 효율을 높이기 위한 정비절차서 및 부품식별표를 작성하여 정비 장비의 활용성을 높였다.

IV. 결 론

본 연구에서는 군 위성안테나가 연속적으로 무궁화 5호 위성을 지향하도록 하는 안정화 장치인 PCU의 정비 장비를 설계·제작함으로써 군 자체 정비 방안을 제시하였다.

PCU의 제어반, 아날로그 및 디지털입출력반, 레졸버반, 전원반 등 구성품의 계통도 및 회로분석과 PCU의 상태감시 제어용 소프트웨어를 활용하여 안테나 3축 구동제어신호 및 센서신호 등 상태정보신호를 획득 후 분석하였다. 분석한 결과를 활용하여 입·출력 모사신호 시험환경을 구축한 후 전원부, 제어부, 레졸버 등 구성품별 시험회로를 설계하여 정비 장비를 제작하였다.

제시된 분석 자료들과 시스템의 설계 자료들은 군 위성통신체계 PCU의 고장진단 및 군 자체정비를 위해 유익한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 Grand ICT연구센터지원사업(IITP-2023-2020-0-01612), 2022년도 과학기술정보통신부의 제원(1711175292/2022-IT-RD-0084-01) 및 2021년도 정부제원(과학기술정보통신부 여성과학기술인 R&D 경력복귀 지원사업)으로 한국여성과학기술인육성재단의 지원을 받아 연구되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Ghahramani, A., Karbasi, T., Nasirian, M., Sedigh, A.K. "Predictive control of a two degrees of freedom xy robot (satellite tracking pedestal) and comparing gpc and gipc algorithms for satellite tracking", In Proceedings of the 2nd International Conference on Control, Instrumentation and Automation, Shiraz, Iran, pp. 865 - 870, Dec. 2011.
- [2] Reza D. T., Hadi G., Daniel-E. C., and Grigore C. "Adaptive Predictive Functional Control of X-Y Pedestal for LEO Satellite Tracking Using Laguerre Functions," Applied Sciences, vol. 11, no. 21, pp. 1-11, 2021.
- [3] 최조천, 최병하, "선박용 위성방송수신 추적안테나 시스템에 관한 연구," 목포해양대학교 논문집, vol. 4, no. 1, pp.109~125, 1996.