

技術論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 41(12), 1002-1010(2013)

DOI: <http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2013.41.12.1002>

한국형 기동헬기 내부통화장치의 통화품질 향상에 관한 연구

김영목*, 장중진**, 전병규**, 김창영**, 정진웅***

A Study on Voice Communication Quality Improvement of Intercom System for KUH

Young Mok Kim*, Joong Jin Chang**, Byung Kyu Jun**, Chang Young Kim** and Jin Woong Jeong***

Defesne Agency for Technology and Quality*,**

Korea Aerospace Industries***

ABSTRACT

Intercom System(ICS) of Korean Utility Helicopter(KUH) is an essential equipment for pilot to perform flight mission and it consists of communication system of KUH with VHF-FM radio set and U/VHF-AM radio set. It provides pilots and crews with internal communication, external communication and audible alarm. It has function of controlling volume and selecting two communication modes, normal mode and backup mode. This paper summarizes pilot comments in flight test which are classified by cause of occurrence and the troubleshooting process about each comment. It also describes design improvements which was derived from troubleshooting and suggests verification results of flight test.

초 록

한국형 기동헬기(KUH) 내부통화장치는 VHF-FM 무전기, U/VHF-AM 무전기와 함께 통신계통을 구성하는 장비로서, 조종사의 임무 수행에 핵심적인 장비이다. 내부통화장치는 조종사 및 승무원에게 내부통화 기능, 외부통화 기능, 모드 조정 및 볼륨 조절 기능, 음성경고 기능을 가지고 있다. 본 논문에서는 내부통화장치의 비행시험 지적사항을 발생원인 별로 분류하고, 각 지적사항에 대한 고장탐구 수행과정을 정리하였다. 또한, 고장탐구 내용을 바탕으로 도출한 설계개선 사항과 개선사항에 대한 비행시험 검증 결과를 함께 기술하였다.

Key Words : KUH(한국형 기동헬기), ICS(내부통화장치), AIU(오디오 연동장치), ICP(인터콤 제어패널), VOR(초단파 전방향 거리탐지기), VOX(음성 구동)

1. 서 론

한국형 기동헬기(이하 KUH, Korean Utility Helicopter) 내부통화장치(이하 ICS, Intercom System)는 VHF-FM 무전기, U/VHF-AM 무전기와 함께 통신계통을 구성하는 장비로서, 조종사

의 임무 수행에 핵심적인 장비이다. 내부통화장치는 조종사 및 승무원에게 내·외부 통신기능, 음성경고 기능, 모드 조정 및 볼륨 조절 기능을 제공하며, 1개의 오디오 연동장치(이하 AIU, Audio Interface Unit)와 5개의 인터콤 제어패널(이하 ICP, Intercom Control Panel)로 구성된다.

† Received: September 6, 2013 Accepted: November 19 2013

* Corresponding author, E-mail : ymkkim@gmail.com

<http://journal.ksas.or.kr/>

pISSN 1225-1348 / eISSN 2287-6871

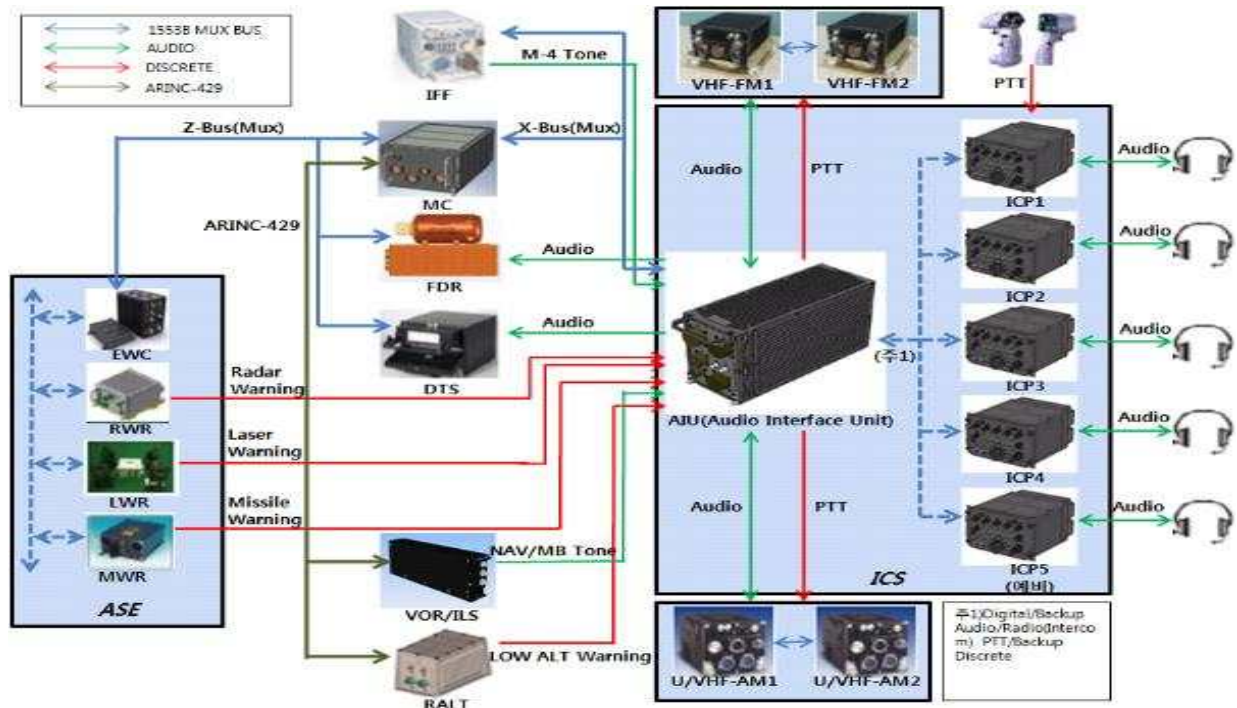


Fig. 1. System Interface diagram of ICS for KUH

Table 1. Functions of ICS for KUH

주요 기능	설명
내부통화 기능	사용자간의 항공기 내부통화 음성을 원활히 전달하기 위해 제공하는 기능(VOX 기능, HOT MIC 기능)
외부통화 기능	타 항공기 또는 지상국과의 음성 통신을 원활히 전달하기 위해 제공하는 기능
항법/식별 톤 제공 기능	VOR/ILS 불륨 스위치를 이용하여 NAV 식별톤 및 마커비컨 수신음량을 제어하는 기능
음성경고 제공 기능	정상모드(정상 음성경고), 백업모드(백업 음성경고)의 두 가지 경우로 구분하여 제공

ICS는 정상 작동 모드(Normal mode)에서 내부통화 기능, 외부통화 기능, 항법/식별 톤 제공 기능 및 음성경고 제공 기능을 가지고, 백업 작동 모드(Backup mode)에서는 일부 기능이 제한된 내부통화 기능, 외부통화 기능, 항법/식별 톤 제공 기능 및 음성경고 제공 기능을 가지고 있다. ICS의 주요 기능에 대한 설명은 Table 1에서 제시하고 있으며, 체계 연동 구조는 Fig. 1과 같다[1, 2].

Table 2. Pilot comments about ICS for KUH in the flight tests

No	비행시험 지적사항
1	AIU FAIL 및 ICP FAIL 결함 시험
2	VOR톤 누화현상 (VOR 모르스 신호 지속 청취)
3	ICP#5를 통한 FM2 교신 불가 (송신 시 하울링 심함)
4	VOX 기능 불량 (ICP#2 VOX 불량)

본론에서는 ICS에 대한 비행시험 지적사항의 고장탐구 및 설계개선 사항을 정리하였다.

II. 내부통화장치 관련 지적사항

내부통화장치에 대한 비행시험 지적사항을 정리하면 Table 2와 같다.

2.1 AIU FAIL 및 ICP FAIL 결함 시험

AIU FAIL 및 ICP FAIL 결함은 다기능시험기(이하MFD, Multi Functional Display) 화면 상 ICS의 AIU 및 ICP 관련 정비결함목록(이하

Table 3. Specific discrepancies of AIU FAIL and ICP FAIL

No	구분	세부 결함 현상
1	AIU FAIL	AIU TRX BOARD FAIL
2	AIU FAIL	AIU TRX BOARD FAIL, VMU SLAVE FAIL
3	ICP FAIL	내부통신, 외부수신만 가능
4	ICP FAIL	내/외부 통신 불가 음성 수신가능, 송신 불가
5	ICP FAIL	ICP#1, ICP#4 일부 기능 불능, 음성경고 불륨 조절 불가, 내부 송수신 통화 불능
6	ICP FAIL	Fail 발생 전 동작 상태에서 오디오 라인 유지, ICP 스위치 및 기능 불능
7	ICP FAIL	음성 수신가능, 송신 불가

MFL, Maintenance Fault List)이 시현된 사항이다. 각 상황에서 발생한 세부 결함현상은 Table 3과 같으며, 주요 현상은 간헐적인 내부통신 불량, 비행 운용 중 ICS 내·외부 통신 불가, ICP 스위치 및 기능 불능, 음성경고 불륨 조절 불가 등이다.

2.2 VOR톤 누화현상

VOR 모르스 신호 지속 청취 현상은 VOR톤 누화현상과 관련된 지적사항이다. VOR 모르스 신호 지속 청취 현상은 VOR/ILS 불륨 스위치를 최소 위치/마커비컨 위치에 두었을 때 모르스 신호가 지속 청취되고, VOR/ILS 모르스 신호의 불륨 조절 기능이 불량하다는 사항이다. 이 현상은 특정 ICP에서 수신된 VOR 모르스 톤이 음성 송신 시 마이크 단으로 누화되어 발생하는 것으로써 타 ICP에서 미세하게 청취되며, 상대방 ICP의 VOR/ILS 불륨에 따라 미세하게 조절된다. Fig. 2는 VOR톤의 누화현상에 대해 간략하게 표현하고 있다.

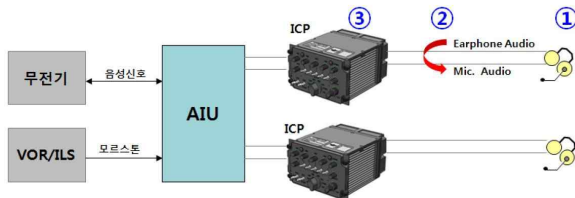


Fig. 2. Crosstalk discrepancy of VOR tone

2.3 ICP#5를 통한 FM2 교신 불가

ICS의 ICP#5와 핸드셋 사이에는 잡음현상 개선을 위한 임피던스 매칭용 오디오 트랜스포머가 장착되어 있다. ICS 성능 개선을 위하여 이어폰/마이크 임피던스 특성 변경을 하는 과정에서 각 장비(ICP#5, 오디오 트랜스포머, 핸드셋)간의 임피던스 미스매칭이 발생한 것을 확인하였으며, 각 장비 간의 임피던스 미스매칭으로 인하여

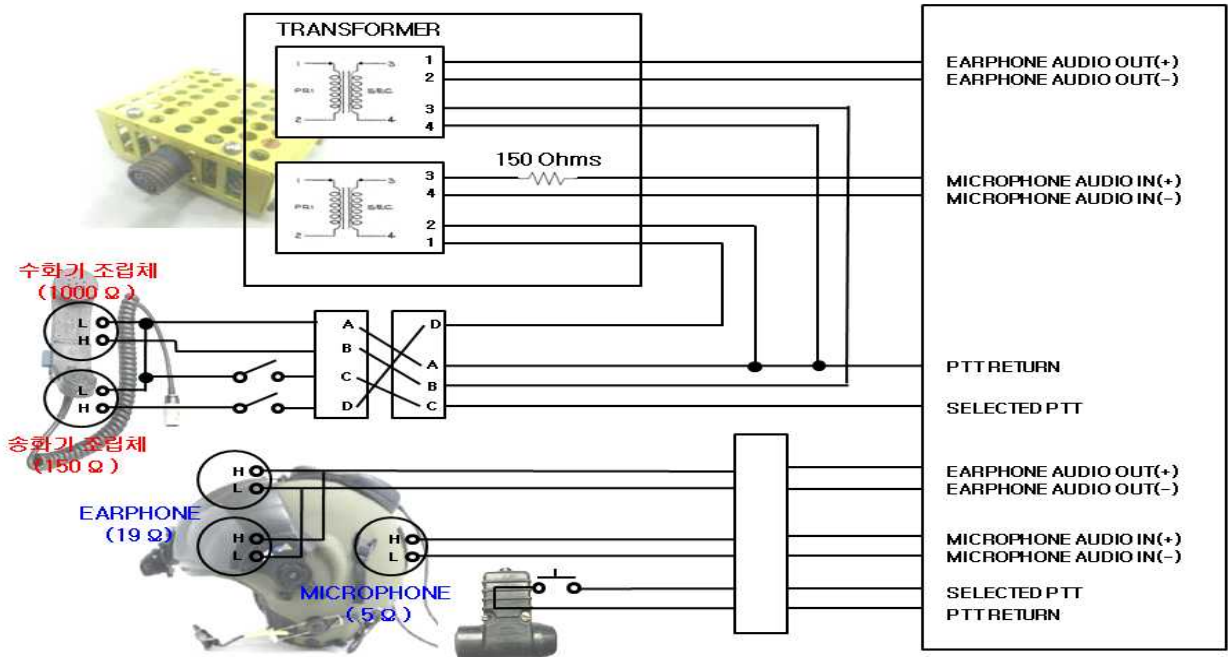


Fig. 3. The connection diagram of ICP#5, audio transformer and handset/headset

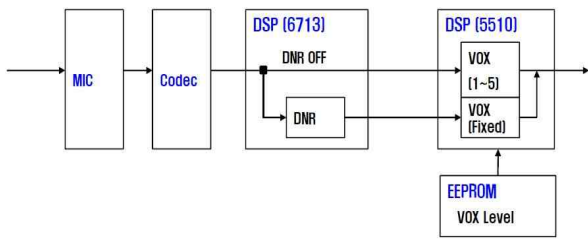


Fig. 4. Block Diagram for VOX function of ICS for KUH

ICP#5를 통한 FM2 교신 불가 현상 및 송신 과정의 하울링 현상이 발생한 것이다. Fig. 3의 빨간색과 파란색으로 표시된 것은 핸드셋과 헤드셋의 임피던스 값을 나타낸다[4, 5, 6].

2.4 VOX 기능 불량

ICS의 VOX 기능은 내부통화 시 음성에 의해 마이크 입력이 활성화되도록 단계별 임계값을 설정하여 동작시키고 있다. 마이크의 입력신호(아날로그 신호)에 대해서 CODEC을 통해 디지털화시킨 다음 S/W 적으로 VOX 단계 별 설정 값과 디지털화된 음성 데이터를 비교하여 마이크 입력을 받아드리도록 설계되어 있다. ICS의 VOX 기능과 관련하여 지적된 사항은 VOX 1, 2단계에서 ICP#2의 VOX 기능 불량(마이크가 잘 열리지 않아 불편함), ICP 간의 편차 존재(특정 ICP의 VOX 설정 값이 높음), 운용 간 간헐적 끊김 현상 등이다.

III. 내부통화장치 고장탐구 및 설계개선

내부통화장치의 비행시험 지적사항에 대한 고장탐구 및 설계개선은 원인 분석을 토대로 4가지로 분류하여 진행하였다. 비행시험 지적사항에 대한 설계 개선방안을 종합하여 정리하면 Table 4와 같다.

3.1 AIU FAIL 및 ICP FAIL 결함 개선

AIU FAIL 결함 현상에 대한 고장탐구 과정으로 항공기에서 탈거한 ICS에 대하여 육안검사(제품의 파손 여부 확인), ICS 시스템 레벨의 기능시험, ICS 구성품(AIU, ICP) 레벨의 기능시험, ICS 구성품 SRU(회로카드 조립체) 레벨의 기능시험을 수행한 결과 정상 동작을 확인하였으며, 다음 단계로 장시간 통신 확인 시험(Long Term Ping Test)을 수행하였다. 시험은 AIU 내부통신(이더넷)에 부하 신호를 인가했을 때 통신 신호

Table 4. Design changes about pilot comments of ICS for KUH

No	비행시험 지적사항	설계 변경
1	AIU FAIL 및 ICP FAIL 결함 시험	미사용 입력핀에 대한 S/W 설정 변경 (입력→출력)
2	VOR톤 누화현상 (VOR 모르스 신호 지속 청취)	VOR톤 신호 레벨 조정
3	ICP#5를 통한 FM2 교신 불가 (송신 시 하울링 심함)	오디오 트랜스포머 개선 (임피던스 매칭)
4	VOX 기능 불량 (ICP#2 VOX 불량)	VOX 레벨 개선 및 VOX 유지시간 조정



Fig. 5. Internal communication error during long term ping test

의 정상 송·수신을 장시간(24시간 이상) 검사하여 확인하는 방법으로 수행되었으며, 시험결과 AIU의 TRX 보드/BASE 보드 등에서 간헐적인 내부 통신 불량(BIT FAIL 발생)이 발생함을 확인하였다.

이러한 현상이 발생하게 된 원인을 이더넷 신호의 불량 또는 CPU 신호의 불량으로 추정하고, 각 경우에 대한 고장탐구를 진행하였다. 먼저, 이더넷 신호의 불량 여부를 확인하기 위하여 통신 신호 파형 확인 시험을 수행하여 정상 상태 및 통신 불량 시 이더넷 신호의 이상 유·무를 비

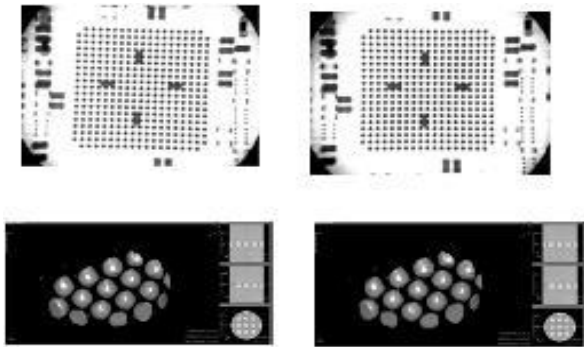


Fig. 6. The results of X-Ray and CT inspection (CPI CPU, TRX CPU)

교 검토하고, 파형을 분석한 결과 정상 동작을 확인하였다. CPU 신호의 불량 여부를 확인하기 위하여 CPU 신호 모니터링 시험을 수행하였으며, 정상 및 통신 불량 상황에서 CPU 신호의 이상 유·무를 비교하고 파형을 분석하는 방법으로 확인하였다. 시험 수행 결과, 통신 불량 발생 시 CPU 모니터링 불가 및 파형 모니터링 불가 상황이 발생함을 확인하여 AIU CPU의 보드 7종에 대한 X-Ray 검사와 CPI보드(정상 동작 보드), TRX 보드(불량 발생 보드)의 CT 검사를 수행하였고, 검사결과 냉납 및 접촉 불량이 없음을 확인하였다.

다음 단계로 CPU 내부 S/W에 대한 수정 시험 과정으로 CPU의 관련 신호를 검토한 결과, CPU 미사용 입력 핀에 의한 이상 현상 발생 가능성이 제기되었다. 사용하지 않는 CPU의 입력 핀이 Open 상태로 존재할 때, CPU의 불안정한 상태를 유발할 수 있다는 점을 CPU(MPC 866) 매뉴얼에서 확인하였고, CPU(MPC 866) 매뉴얼에서는 이 문제에 대한 해결책으로 미사용 입력핀을 출력으로 설정할 것을 제시하고 있다. CPU 매뉴얼의 권고사항에 따라 CPU 내부 레지스터의 설정을 변경(Open된 미사용 입력 핀들을 입력에서 출력으로 변경)하여 장시간 통신 확인 시험을 수행한 결과, 정상 동작을 확인하였다. Fig. 7은 CPU(MPC 866) 매뉴얼의 미사용 입력

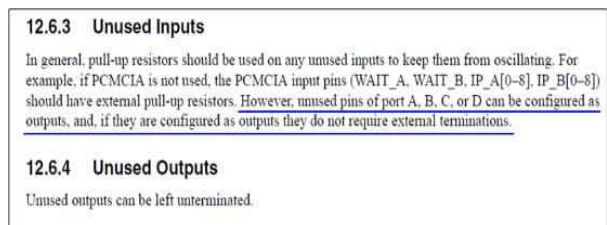


Fig. 7. Recommendation method of unused inputs in MPC 866 manual

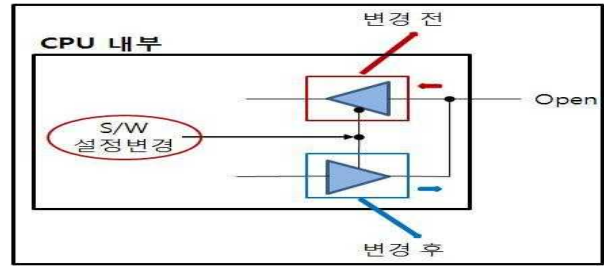


Fig. 8. The conceptual diagram of changing software setting for unused inputs

Table 5. Pin analysis of ports for AIU and ICP CPU

구분	포트 A	포트 B	포트 C	포트 D
AIU	미사용 입력	미사용 입력	미사용 입력	사용 입력
	변경 적용	변경 적용	변경 적용	변경 미적용
ICP	미사용 입력	미사용 입력	미사용 입력	미사용 입력
	변경 적용	변경 적용	변경 적용	변경 미적용

⇒ ICP의 포트 D에 대하여 “변경 적용” 필요

핀 처리 사항을 발췌한 것이고, Fig. 8은 CPU의 미사용 입력핀에 대한 설정 변경 내용을 간략하게 개념도로 나타낸 것이다[3].

AIU FAIL 메시지 결함 시험을 해결하기 위해 미사용 입력핀에 대한 처리를 AIU와 ICP의 CPU에 동일하게 적용하는 설계변경을 수행한 후 비행시험을 수행한 결과, ICP FAIL 메시지가 시험되는 추가 결함현상을 확인하였다. 이를 개선하기 위해 AIU 및 ICP CPU의 Port를 분석한 결과 AIU의 포트 A, B, C는 미사용 입력핀, 포트 D는 사용 입력핀(이더넷 통신으로 사용)으로 분류되었다. ICP의 포트 A, B, C는 미사용 입력핀으로 AIU와 동일하나, ICP의 포트 D는 평상시에는 사용하지 않다가 점검용 이더넷 통신으로만 사용하기 때문에 미사용 입력핀으로 분류하는 것이 타당하였다. 이러한 사항을 인식하지 못하고, 포트 D를 사용 입력핀으로 분류하여 S/W 설정 변경을 하지 않았던 것이 ICP FAIL 결함 발생의 원인으로 추정되었다. 이를 개선하기 위해 ICP의 포트 D에 대한 설계변경(미사용 입력핀을 입력에서 출력으로 변경)을 적용하고 비행시험을 수행한 결과, ICP FAIL 결함 현상이 해소되었음을 확인하였다. Table 5는 앞에서 설명한 포트에 대한 분석 결과를 정리한 것이다.

3.2 VOR톤 누화현상 개선

VOR/ILS 볼륨 스위치를 최소 위치/MB 위치에 두었을 때 모르스 신호가 지속 청취된다는 결

합사항의 정확한 현상은 VOR톤 볼륨을 0단계로 설정하여 미청취하고자 할 때, 타 ICP에서 볼륨 레벨을 설정하여 청취하고 있을 경우 해당 ICP로 출력된 VOR 톤이 해당 ICP의 마이크 입력으로 누화되어 내부통화로 유입, 청취되는 사항이다. 그리고 모든 ICP를 VOR톤 0단계로 설정했을 때, VOR톤이 청취되지 않는 것을 통해 0단계 볼륨제어 기능은 정상동작 함을 확인하였다. 또한, 타 ICP에서 VOR톤을 청취하더라도 내부통화 기능을 PTT로 위치하였을 때, PTT 키를 눌러 내부통화를 할 때만 청취되고, PTT 키를 누르지 않을 경우 청취되지 않음을 확인하였다. 이러한 현상을 종합해 볼 때, VOR톤 누화현상으로 인한 것임을 확인할 수 있다.

VOR톤 누화현상에 대한 정량적인 데이터를 확보하기 위하여 체계 케이블 누화 시험을 수행하였고, 시험장비는 Fig. 9와 같이 구성하였다. 체계 케이블 누화시험은 마이크 단 누화량 측정 시험과 이에 대응되는 이어폰 출력값 측정 시험을 2단계로 수행하였다. 마이크 단 누화량 측정 시험은 오디오 분석기를 이용해 ICS 최대볼륨(1,950(Vrms))에 해당하는 톤 신호를 생성한 다음 이어 케이블을 통해 헤드셋으로 전송시키고, 마이크 단에 유기되는 누화량을 측정했다. 이어폰 출력값 측정 시험은 마이크 단의 누화량에 해당되는 신호를 ICP에 입력한 다음, 해당 입력이 ICP의 신호처리 과정을 마친 후 이어폰으로 출력되는 값을 오디오 분석기로 측정하였다. 체계 케이블 누화 시험 결과는 Table 6에 정리하였다. Table 6에서 정리된 ICP#3, #4의 데이터 중 L, S로 표시된 것은 15m 연장 케이블, 5m 연장 케이블에 대한 누화량을 나타낸다.

시험 결과를 종합해 보면, ICS 최대볼륨 조건에서 케이블 자체 누화량이 5.62(uVrms) 이하인

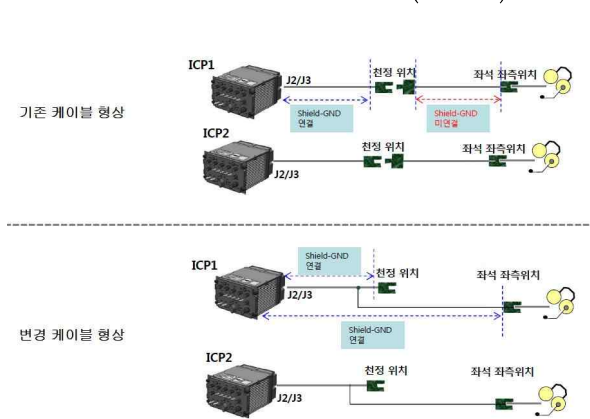


Fig. 9. Configuration of existing cable and changed cable

Table 6. The amount of crosstalk in wire harness assembly

케이블	ICP#1 J2	ICP#1 J3	ICP#2 J2	ICP#2 J3
누화량	0.71	15.85	17.78	4.47
이어폰 출력값		112	127	2.512
케이블	ICP#3 J2	ICP#3 J3	ICP#4 J2	ICP#4 J3
누화량	2.82	5.62(S) 5.01(L)	2.51	5.01(S) 5.62(L)
이어폰 출력값	1.585	3.548(S) 3.162(L)	1.412	3.162(S) 3.548(L)

(단위 : 누화량(uVrms), 이어폰 출력값(mVrms))

경우 대응되는 이어폰 출력값이 3.548(mVrms) 이하로 무시할 수 있는 수준이다. 반면에, ICP#2 J2와 ICP#1 J3의 누화량(17.78(uVrms), 15.85(uVrms))에 대응되는 이어폰 출력값은 각각 127(mVrms)와 112(mVrms)로써 VOR톤이 청취되는 수준이다.

VOR톤 누화현상의 정량적인 데이터를 분석해 볼 때, ICP#1, #2의 누화량이 상대적으로 많음을 확인할 수 있다. 그래서 ICP#1, #2에 대해 개선 케이블을 적용하여 누화량 변화를 확인하였다. 시험에 사용한 기존 케이블과 변경 케이블의 형상은 Fig. 10과 같다.

기존 케이블과 변경 케이블은 Shield 방식에서 차이가 있다. 기존 케이블은 헤드셋 연결부에 Shield가 적용되지 않았고, 변경 형상은 헤드셋 연결부에 Shield를 적용한 형태이다. 시험은 ICP 1개를 VOR On 위치에 놓고, 나머지 ICP 3개는 VOR Off 스위치에 둔 상태로 진행한다. 이 때, VOR On 상태는 Hot Mic 위치에서 볼륨을 최대값, VOR Off 상태는 볼륨을 0으로 설정한 것을



Fig. 10. Block diagram for measuring the amount of crosstalk in wire harness assembly

Table 7. The measured value of crosstalk using existing cable and changed cable

		ICP#1 J2		ICP#1 J3		ICP#2 J2	
		기존	변경	기존	변경	기존	변경
ICP #1	J2	-	-	-	-	146.6	43.6
	J3	-	-	-	-	154.5	45.4
ICP #2	J2	108.2	54.6	28.8	57.2	-	-
	J3	110.8	55.5	30.6	59.6	-	-
ICP #3	J2	89.4	46.0	29.7	49.7	40.3	45.4
	J3-1	94.7	48.7	30.7	53.3	42.4	48.7
	J3-2	96.6	46.8	30.0	50.8	46.7	47.0
ICP #4	J2	84.4	44.7	37.5	47.6	119.1	42.6
	J3-1	89.8	48.7	38.9	50.2	127.0	44.4
	J3-2	88.8	48.4	35.9	50.0	128.4	48.9
		누화량 감소		누화량 증가		누화량 감소	

(단위 : 누화량(mVrms))

말한다. 기존 케이블과 변경 케이블 적용 시 누화 측정 결과값은 Table 7과 같다. Table 7에서 ICP#3와 ICP#4의 데이터 중 J3-1은 항공기 내부 커넥터, J3-2는 외부 커넥터에 연결했을 때 측정 한 값이다.

시험결과를 종합하면, Shield 선 개선에 따른 누화량 개선 효과가 일부 ICP#1과 ICP#2의 J2 잭에서 나타났지만, 근본적인 문제 해결책은 될 수 없다고 판단하였다. 그래서 VOR톤 누화량의 비교를 위해 타 헬기의 VOR톤 누화량을 측정하였으며, 대상 기종은 CH-47로 선정하였다. 그리고 VOR톤 누화량 측정을 위한 시험 구성도는 Fig. 11과 같다. 시험 결과를 종합하면, Shield 선 개선에 따른 누화량 개선 효과가 일부 ICP#1과 ICP#2의 J2 잭에서 나타났지만, 근본적인 문제 해결책은 될 수 없다고 판단하여 VOR톤 누화량의 비교를 위해 타 헬기의 VOR톤 누화량을 측정했다. 대상 기종은 CH-47로 선정하였으며, VOR톤 누화량 측정을 위한 시험 구성도는 Fig. 11과 같다.

시험을 수행하기 위해 먼저 ICP#1, ICP#2의 마스터 볼륨 스위치를 최대 위치에 놓고, ICP#1의 수신 스위치를 On 상태, ICP#2의 수신 스위치를 Off 상태로 설정하고 ICP#2의 누화음을 청취하였다. 이 때, ICP#1의 송신을 Hot Mic와 PTT 상태로 번갈아가며 확인하였으며, ICP#2에

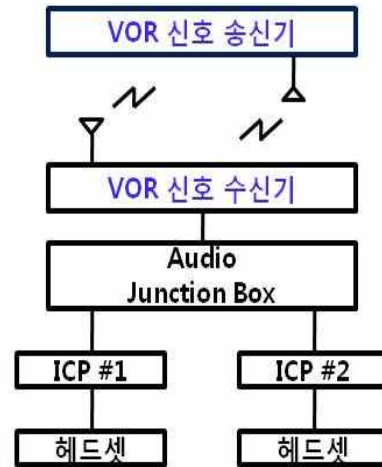


Fig. 11. Block diagram for measuring the amount of crosstalk during VOR tone test

Table 8. A qualitative result of crosstalk discrepancy(CH-47 ICS)

No	수신 스위치	ICP#1	ICP#2	비고
1	VOR	On	누화음 청취	ICP#2 VOR Off
	MIC	HOT MIC		
2	VOR	On	누화음 미청취	Off
	MIC	PTT		
3	VOR	누화음 청취	On	ICP#1 VOR Off
	MIC		HOT MIC	
4	VOR	누화음 미청취	On	Off
	MIC		PTT	

Table 9. A quantitative measurement value of crosstalk discrepancy(KUH and CH-47)

구분	최대 볼륨신호	누화량
KUH	1,950 (mVrms)	154(mVrms)
CH-47	922(mVrms)	239(mVrms)

대해서도 반복적으로 시험을 수행하였다. 또한, 최대볼륨 신호 수신 상태의 조건 하에서 CH-47 ICS의 누화량과 KUH ICS의 누화량을 비교하였다. VOR톤 누화량에 대한 정성적인 시험 결과는 Table 8, 정량적인 시험결과는 Table 9와 같다. Table 9에서 KUH ICS가 최대볼륨 신호가 더 높음에도 불구하고 누화량은 더 적음을 확인할 수 있다.

VOR톤 누화현상에 대한 고장탐구를 종합하면, 마이크 입력선과 이어폰 출력선이 헬멧 또는

헤드셋으로 라우팅 되어야 하는 체계 환경에서 누화현상은 불가피한 현상이다. VOR톤은 무전기 송·수신음 및 내부통화음과 달리 일정 주파수의 톤 신호이기 때문에 최대 볼륨을 줄이더라도 운용에 지장이 없을 것으로 판단하였다. 따라서, 타 헬기(CH-47)에 비해 높게 설정되어 있는 KUH의 VOR톤 최대 볼륨 값을 1,950(mVrms)에서 1,550(mVrms)로 하향 조정하여 VOR톤 누화량을 줄이는 방향으로 설계 변경하고, 비행시험을 수행한 결과 VOR톤 누화현상에 대한 개선 효과를 확인하였다[2, 7, 8].

3.3 VOX 기능 불량 개선

VOX 기능 불량 결함사항(ICP 별 VOX 편차 존재, 간헐적 통화 끊김 현상)에 대한 고장탐구 과정으로 VOX 레벨 측정 시험을 수행하였다. VOX 레벨 측정 시험은 마이크 입력단에 정현파 출력값을 증가시키며 입력하고, VOX 레벨 스위치를 1단계에서 5단계로 조정하면서 마이크 입력이 Open 되는 시점의 정현파 출력값을 확인하는 방법으로 정량적인 데이터를 확보하였다. VOX 레벨 시험 구성도는 Fig. 12와 같다.

VOX 레벨에 대한 측정 결과, ICP 별 편차는 있으나 유사한 수준이기 때문에 VOX 레벨의 기능 결함은 아닌 것으로 판단하였다. 그러나 ICP의 VOX 기능 운용 시 느끼는 불편사항을 개선하기 위해 VOX 레벨 값을 하향 조정하고, VOX 기능 운용 간 통화 끊김 현상을 해소하기 위해 VOX 유지시간을 늘리는 것으로 1차 설계를 변경을 수행했다. VOX 레벨 설정값과 VOX 유지시간을 수정하고 비행시험을 수행한 결과, 일부 개선되었음을 확인하였으나, 고속 기동 시 외부 소음에 의한 VOX 5단계 열림 현상 발생, VOX 유

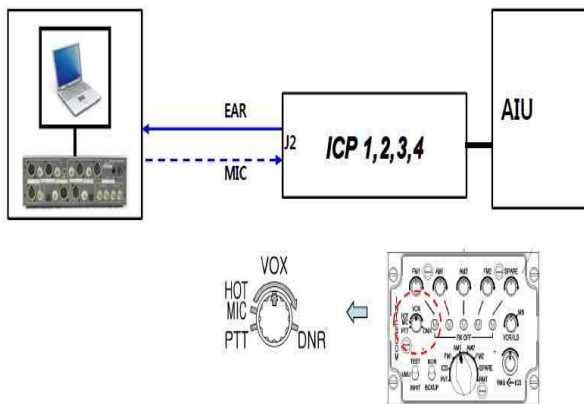


Fig. 12. Block diagram for measuring VOX level

Table 10. The design modification history of VOX level and VOX release time

구분	VOX 단계 (단위없는 십진수)					VOX 유지시간 (ms)
	1	2	3	4	5	
기존	95	121	141	161	182	600
1차 개선	60	80	100	120	140	800
2차 개선	60	80	100	140	180	400

지시간 부적합 등의 지적사항이 추가적으로 식별되었다. 외부 소음에 의한 VOX 5단계 열림 현상을 개선하기 위해 VOX 4, 5단계 레벨을 상향 조정하고, VOX 유지시간 부적합을 개선하기 위해 VOX 유지시간을 단축하는 2차 설계 변경을 수행했다. 설계 변경 후 비행시험을 통해, VOX 5단계 열림 현상, VOX 유지시간 부적합 사항이 개선되었음을 확인하였다. VOX 단계 및 VOX 유지시간 변경 내역은 Table 10에 정리하였다.

3.4 ICP#5를 통한 FM2 교신 불가 현상 개선

ICP#5를 통한 FM2 교신 불가(송신 시 심한 하울링 발생) 현상의 정확한 원인 파악을 위한 고장탐구는 ICP#5의 핸드셋과 헤드셋을 동시에 연결한 상태에서 진행하였다. 내·외부통신 시험을 수행한 결과, 볼륨 레벨 3단계 이하에서는 하울링 현상이 발생하지 않았으나, 4단계 이상에서는 하울링 현상이 발생했다. 이 결과를 통해서, 볼륨 증가에 의해 누화량이 증가하고 하울링이 발생하는 것으로 추정하여, ICP#5와 핸드셋 사이의 오디오 트랜스포머를 제거한 상태로 시험을 수행하였고, 통신 과정에서 하울링은 발생하지 않았지만 볼륨이 감소되는 것을 확인하였다. 또한, ICP#1~ICP#4를 HOT MIC에 둔 상태로 ICP#5에서 PTT 키를 잡을 경우 하울링이 발생함을 확인하였다. 고장탐구 결과를 통해, ICP#5와 핸드셋 그리고 오디오 트랜스포머 간의 임피던스 미스매칭이 하울링 현상을 발생시키는 것으로 추정하여, 트랜스포머 내부 회로에 일정 부하를 추가하는 방법으로 설계 변경(임피던스 미스매칭 개선)을 진행하였다. 트랜스포머 내부 회로의 최적화를 위하여 다양한 저항을 적용해보고, 지상시험 및 비행시험을 통해 검증하였다. 1차 개선으로 기존 회로의 마이크 단에서 150[Ω] 저항을 제거하고, 이어폰 단에 500[Ω] 저항을 직렬로 연결하여 시험한 결과, 체계통합 시험에서는 하울링이 발생하지 않았으나 지상 및 비행시험에

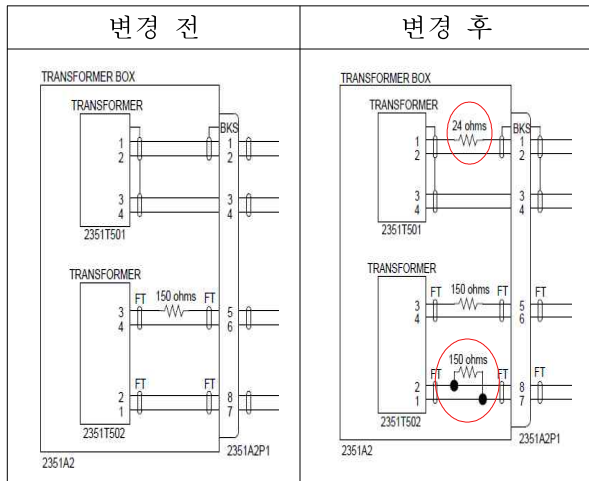


Fig. 13. The internal circuit of transformer before and after modification

서 미약한 하울링이 발생하였다. 2차 개선으로 기존 회로의 마이크 단에 150[Ω] 저항을 병렬로 이어폰 단에 24[Ω] 저항을 직렬로 추가 연결한 회로를 구성하여 체계통합 시험, 지상 및 비행시험을 수행한 결과, 하울링 발생 현상 없이 내·외부통화가 이루어지며, 기타 VOX 스위치 기능이 양호하게 동작함을 확인하였다. 설계 변경 전·후의 내부 회로는 Fig. 13에 정리하였다[4, 5, 6].

IV. 결 론

한국형 기동헬기(KUH) 내부통화장치(ICS)는 조종사의 임무수행에 핵심적인 장비로서, 조종사 및 승무원에게 내·외부 통신기능, 음성경고 기능, 모드 조정 및 볼륨 조절 기능 등을 제공한다. 내부통화장치는 비행 중 음성통화계통 결함으로 인하여 내·외부 통신 불가 시 비행이 불가능한 사항으로 중요한 장비이다. 본 논문에서는 한국형 기동헬기(KUH)의 내부통화장치(ICS)에 대한 비행시험 지적사항을 발생원인 별로 분류하고, 각 지적사항에 대한 고장탐구 및 설계개선 사항과 개선사항에 대한 비행시험 검증 결과를 함께 기

술하였다. 본 논문의 ICS에 대한 설계개선 사항을 적용하여 제품에 대한 품질 신뢰성을 확보하였고, 체계 안전성을 향상시켰다. 그리고 ICS의 설계개선 사항은 운용자 관점에서 조종사 임무 수행능력 향상에 크게 기여하였다. 본 논문에서 제시한 ICS의 결함 원인 및 고장탐구 과정은 타 항공사업의 유사 결함 해결에 적용 가능할 것으로 판단된다.

References

- 1) 88KHZM7146, "Operational Manual for KUH MEP", Agency for Defense Development, Sep. 2012.
- 2) KDS 5831-4001-3, "Intercommunication Set for KUH", Defense Acquisition Program Administration, Mar. 2013
- 3) MPC866 UM, "MPC866 PowerQUICC™ Family Reference Manual", freescale™ semiconductor, Dec. 2004.
- 4) MIL-PRF-26542, "MICROPHONE AND MICROPHONE ASSEMBLIES, M87/AIC, M26542/2-01, M26542/2-02, M26542/2-03, AND M26542/2-04", APRIL 2005
- 5) MIL-PRF-25670/2C, "EARPHONE ELEMENT, HIGH- AND LOW-ALTITUDE, H-143/AIC, AND LOW-ALTITUDE, WATER-IMMERSIBLE, H-143A/AIC" May 1997
- 6) MIL-HDBK-454, "General Guidelines for Electronic Equipment", APR 1995
- 7) A.H.Kim, S.Y.Kim, and S.Y.Kim "An Analysis of Maximum Crosstalk Noise in RLC Interconnects", The Institute of Electronics Engineers of Korea -Semiconductor and Devices, Vol. 41, No. 2, pp.167-173, 2004
- 8) H. S. Lim, "A Study On Effects of The Termination Conditions on Crosstalk in The A/D Coverter Circuit", The Institute of Electronics Engineers of Korea-System and Control, Vol. 47, No. 2, pp.110-117, 2010