

헬기 모니터링 시스템

헬기 모니터링 시스템은, 헬기의 안정성 증진과 운영비 절감을 목적으로, 헬기에 부착된 한 세트의 항공장비와 센서들 그리고 헬기를 모니터 하기 위한 관련 지상 장비로 되어 있다.

이렇게 결합된 주요 특성으로 인하여 헬기가 더욱 매력적인 수송 방편이 되고 있으며, 헬기 이용 분야가 더욱 넓어질 것이다. 전통적인 군사작전이 국가 방위 역할 이외에 화재, 긴급의료, 경찰 지원 등 민간서비스 기능 뿐만 아니라 인도주의적 목적을 지원으로 하고 있는 것이 사실이다.

이러한 여러 작전들이 보다 안전을 요하는 인구 밀집지역에서 행해지고 있다. 이러한 지역에서 사용되는 헬기는 반드시 최신 모니터링 시스템 장착이 요망될 것이고 이것이 장착된 항공기는 고도의 운영 신뢰도, 안전성 증대 및 운영비 절감을 입증해주고 있다.

헬기 성능 모니터링은 항공기 기록부의 수작업에 의한 기록 및 분석으로 일찍부터 수행되어 왔다. 전형적인 예로, 착륙하자마자 결합 사항들을 조종사가 정비사에게 보고해주었는데 그 기록 유지는 무성의 했었고 신빙성이 없었다.

항공기 조종실 계기판에 표시된 터빈 속도, 토크 등 엔진 성능의 기준초과 표시만이 유일한 비행 상황을 모니터 하는 수단이었

다. 항공기 사고나 추락사고 이후에 따르는 사고 조사는 대개 항공기 부품의 시각 점검에 의존 했었다.

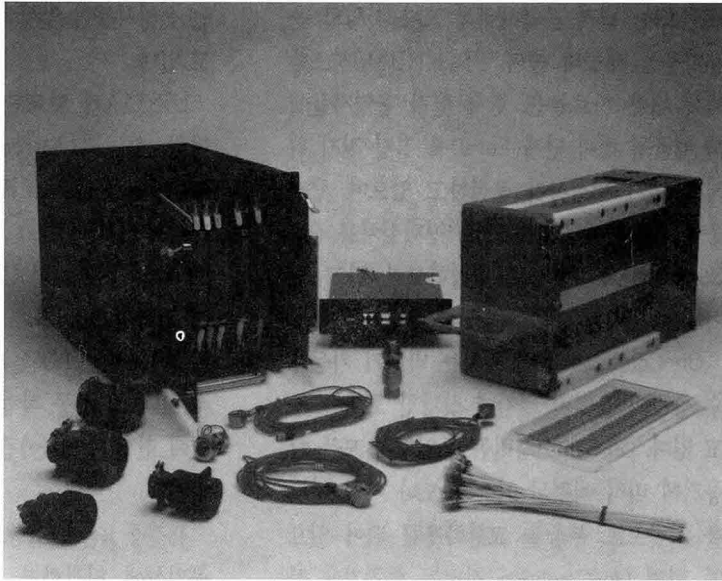
마이크로 프로세서와 가벼운 센서 기술의 발달로, 자동 모니터링 시스템은, 초기의 기내용 자료 획득과 엔진 성능 분석을 위한 소형 이동형 시스템에서, Mini-Ground Station에서 행한 자료분석으로 엔진 모니터링을 하는 등, 제한된 기능을 수행하는 On-Board, Stand-Alone, 혹은 통합된 시스템으로 발전되어 왔다.

1990년 초기에 기내의 비행 자료 기록을 위한 규정의 대두로, 기록계로부터 자료를 뽑아냄으로써 모든 중요 기내의 비행파라미터의 업무용 모니터링 및 분석이 가능해졌다.

승무원이 알아낸 중요한 문제인 경우에는, 기록된 자료의 내용들이 지상의 컴퓨터 시스템을 이용, 분석이 가능해지고 있다. 추락 기록계(Crash Recorder)의 이용으로 추락사고 이후 자세한 사고 조사가 가능해졌다.

지난 7~8년간, Flight Data Recording and Health and Usage Systems(FDR/HUMS)이 사용되어 왔으며, 이 시스템은 비행자료 기록, 비행기 성능 상태와 운용 실태를 모니터링 하는 기능을 갖추고 있다.

초기의 시스템은 제한된 기내 프로세싱 기능만이 있었으나, 지금은 더 새롭고 더욱



헬기 모니터링 시스템의 구성 유닛

발전된 시스템으로서 더 강화된 기내 프로세싱 기능을 갖고 있어, 승무원이 위급한 정보의 즉각 활용이 가능하고, 또한 위급한 상황이 시스템에 의해서 탐지될 경우 그 정보를 지상 관제소에 직접 송신이 가능해 졌다.

FDR/HUMS의 Flight Data Recording 부분을 활용함으로써, 승무원의 업무 수행과 안전 그리고 항공기 정비계획 및 항공기 수명연장을 더욱 강화할 수 있다.

수집된 자료들은 정비, 과거 정비현황과 정비경향, 훈련 및 임무정보, 항공기 사고방지 및 조사 목적 이외에도 모든 항공기 시스템 및 부수 시스템의 모니터링용으로 사용될 수 있다.

Usage Monitoring은 기록 유지를 자동적으로 해준다. 이의 개선 여부는 비용과 자료의 정확성 정도에 따라 결정된다. 여기에 쓰이는 S/W의 비용은 전반적인 HUMS S/W 비용에 영향을 주는 주요 요소가 아니며, 동시에 항공기 형에 따라 별로 달라지지 않는다.

Health Monitoring은 바로 닥칠 고장을 미리 경고해 주는데 쓰인다. 그러나 HUMS의 Health 부분은 비용에 매우 민감하다. 즉, HUMS 시스템운용은 고도로 훈련된 엔지니어 및 정비사에 의한 지속적인 모니터링을 필요로 한다.

Usage Monitoring에 Rotor Track이나 Balance Vibration 모니터링을 추가하는 것은 비용에 비해 매우 효과적이며, 특히 비행 자료 기록이 필수적으로 요구될 경우에 효과적이다. 반복되는 설치 작업에 소요되는 노력의 단지 15% 내지 20%만이 진동센서를 위한 것인 반면, 진동분석을 위한 일시적 S/W 개발에 드는 노력은 항공기 시스템의 총 S/W 개발 노력의 75%이상을 차지한다.

더욱이, 중요한 진동분석용 S/W 개발은 개개의 새로운 항공기형이 나올 때마다 요구된다. 추가적인 S/W 비용은, 운용과 시간의 요구량에 따라 S/W가 개발될 때마다 발생된다.

향상된 안전 효과 이외에도, FDR/

HUMS는 헬기 운영사에게 보다 저렴한 운용비용을 제공해 준다. FDR/HUMS시스템에서 나온 자료들은, 현재 헬기 운영사에게 제공될 정비 단계(Level)를 결정 짓기 위해서 헬기 제작사가 분석하고 있으며, 헬기 운영사로 하여금 On-Time 정비절차를 On-Condition 정비절차로 변경하도록 하고 있다.

On-Condition 정비 절차는 비행기 가동대수 증가와 운영비 절감에 상당한 효과를 주고 있다. On-Time 정비는 동일형의 모든 항공기에 미리 예정된 사용 한도나 시간 가격을 기준으로 부품을 교환하게끔 되어 있으며, 반면 On-Condition 정비는 항공기에 장착해서 실제 사용 기준으로 부품을 교환하게끔 되어있다. 부품의 사용 기한은 실제 항공기 작동 기간 중에 받은 실제 응력(Stress)의 정도에 따라 결정된다.

현재, 기존 정비절차에 의해서 발견되지 않은 부품의 결함들, FDR/HUMS를 사용하

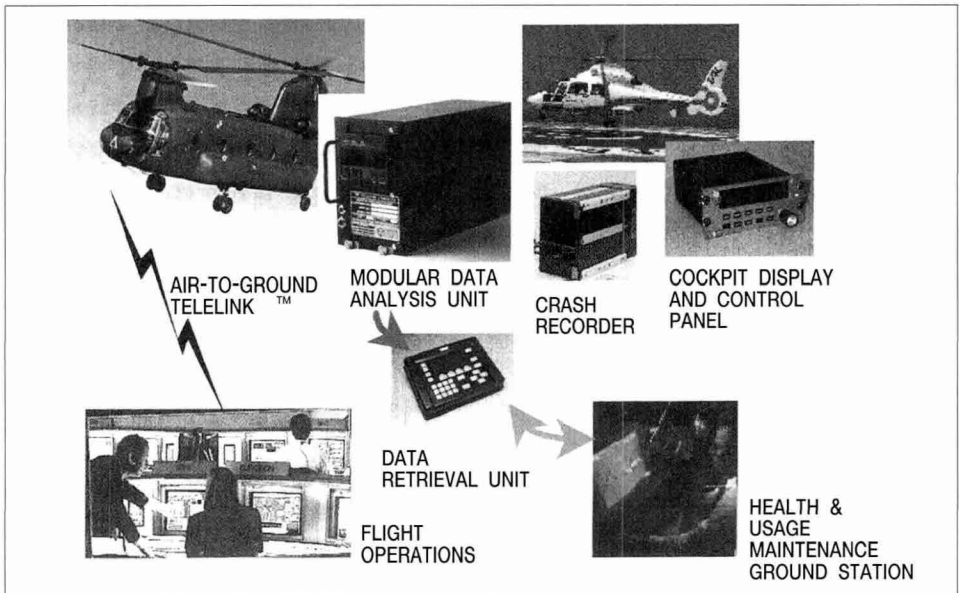
는 운영사들이 일상적으로 그 결함을 발견하고 있다.

UKCAA가 발표한 자료에 의하면, 약 160대의 항공기(Eurocopter AS332L's 및 AS365's, Sikorsky S61's 및 S67's, Boeing BV234's(Chinooks) 그리고 Bell 212's, 214 ST's 및 412's)의 CAA Objective Logbook에 기록된 HUMS사용 실적은 330,000 비행시간(1993년~1996년)으로 나타나 있고 운영사/HUMS 공동 작업으로 48건의 내공성(비행에 견딜 수 있는)관련 결함 형태들이 보고되었다.

48건중 8건은 결함으로 분류되었다. 즉, 항공기상에 민감하지 않은 알고리즘, 잘못된 가속도계의 위치, 혹은 특별한 HUMS 기술의 부족 등에 기인한 "실수(Misses)"였다. 48건중 9건은 HUMS가 수집한 자료에는 심각한 문제가 있다고 되어 있으나 운영사가 적절한 조치를 취하지 못한 것이다.

조치를 취하지 못한 이유로는 HUMS의

FDR/HUMS 시스템의 전체적 구성도



경고를 받지 않거나, 교육부족이나 인력부족으로 점점 더 나빠질 상태를 결정하는데 필요한 일일 기록을 소홀히 하거나, 정비관리의 부실 및 정비요원의 부족으로 HUMS 시스템이 제공한 경고사항에 대한 정비요원의 적절한 조치가 없었던 것 등이다.

그러나 HUMS 경고 사항들의 대부분은 헬기 운영사에 의해 적절한 수정작업이 이루어졌다. 대다수인 31건(64%)은 HUMS가 발견한 성공 사례였다. HUMS 사용경험을 근거로 하여, 성공률을 높이기 위한 S/W와 H/W 개선 작업이 계속 진행되고 있다. 오늘날, 주요 하부시스템의 일상적인 제거 작업이 HUMS의 경고 지시에 따라 이루어지고, 제거된 시스템은 수리를 위해 제작사에 돌려 보내진다.

FDR/HUMS내의 에어본 시스템은 최신 국제 표준 즉 ED/55/56a에 맞고 추락시 파손되지 않은 조종실 음성 및 비행 자료 녹음기와, DO-160C를 포함한 국제 표준 규격에 맞는 기내 자료 획득 시스템과 조종실내의 표식 및 제어판, 센서들과 센서 인터페이스 항공기와 연결된 하네스 랙스(Racks), 동력 시스템 인터페이스 등으로 구성되어 있다.

지상장비는 전형적으로 비행 자료 재연 및 분석시스템과 HUMS 지상 관제소로 구성되어 있다. 자료 획득 시스템에서 얻은 자료는, Data Retrieval Unit, PCMCIA 카드 혹은 공중 대 지상과의 라디오와, 위성 데이터 링크를 경유, HUMS와 비행 운영처로 전달된다.

추락 녹음기에서 얻은 자료들은 지상에 있는 Desktop PC 혹은 Laptop 컴퓨터에 직접 전달되어 비행 자료의 재연 및 분석을 하게 한다. 전체적인 시스템은 P.46의 그림과

같다.

HUMS는 에어본 시스템에 발생하는 모든 성능결과를 파악하면서, 항공기 사용 실태를 기록하고, 이륙, 비행 그리고 착륙시 엔진 상태를 검사한다.

상술한 바와 같이 본 시스템은 착륙 즉시 성능결과 전달이 가능하며, HUMS 자료의 자세한 분석을 위하여 모든 성능결과를 지상 관제소에서 보유케 한다. HUMS 지상 관제소는 다른 운영 기지들에 있는 항공기나 부품들을 더 큰 운영 기지로 이송하도록 지원해준다.

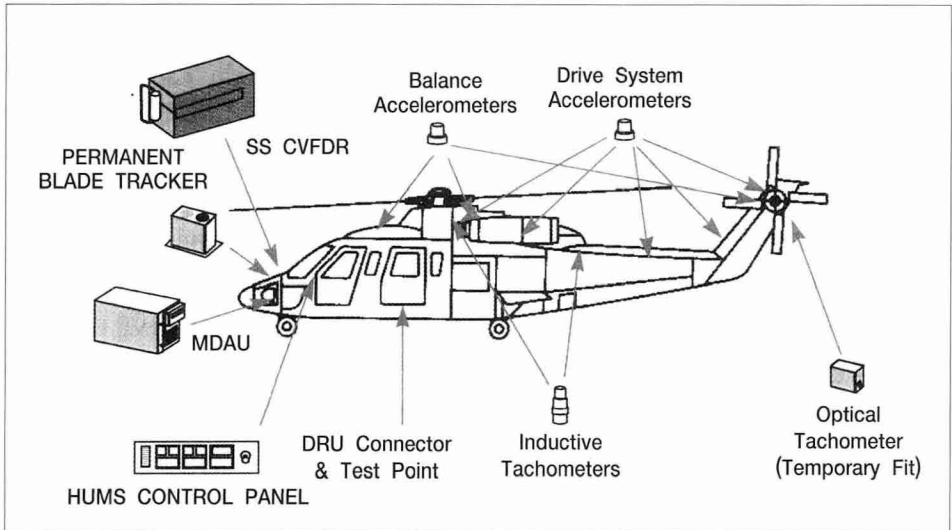
더욱이 HUMS는 엔진, 로터, 트랜스미션 혹은 기체의 성능한계초과치를 자동적으로 검출하며, 로터의 간격과 발란스를 자동적으로 분석하며, 항공기에 특별히 장착되어 있는 가속도계와 회전 속도계와 같은 센서를 이용하여 트랜스미션 진동 상태를 자동으로 분석한다. 지상 정비사는 로터와 샤프트의 상태를 검토하고 조정 작업 여부를 판단할 수 있다.

Sikorsky S76에 장착된 FDR/HUMS 장비들의 전형적 위치 설명도는 P.48과 같다.

Teledyne사는 HUMS 시스템에 관한 인증서를 받은 첫번째 회사이며, The North Sea에서 Teledyne/Stewart Hughes FDR/HUMS를 이용한 항공운영 실적이 50만 마일 이상에 달하고 있다. Teledyne/Stewart Hughes의 연간 사용자 협의회에서 정기적으로 발표된 정보에 의하면, HUMS를 장착한 항공기의 운영사들이 수많은 분야에 개선점이 있었음을 보고해 왔다.

즉, 큰 재앙을 야기시킬 고장의 사전 발견 및 경고로, 비행안전의 증대, 조종사의 항공기 한계치의 인식 증대, 그리고 내항공성의

시콜스키 S76 헬기에 장착된 FDR/HUMS 장비의 전형적 위치 설명도



중대 등 상용항공기 운영사의 직접 운영비의 24%를 차지하는 정비 비용이 역시 많이 감소되었다. 기타 얻어진 이점들로 인해 보험료가 감소되었으며 - 지금은 상용운영사 직접비의 29% - 항공기 가동률이 증가되었다.

비용절감을 위한 분석 작업이 헬기 운영사들에 의해 수행되고 있고 HUMS 자료수집이 계속 진행되고 있으며, 결과적으로 제작사들도 새로 생산되는 항공기나 사용중인 항공기에도 HUMS를 장착하여 정비의 신뢰도를 높이고 있다. 실제적인 비용/이득 분석 작업수행에 다음과 같은 사안들이 검토되어야 한다고 Bell Helicopter사에서 제시했다.

실시간 정보를 제공함으로써 문제 장비를 위한 더 신속한 조치가 취해지고 있다. 자동 로타 케드 및 발란스(RT&B) 기능은 불리한 비행을 줄이며, 자동 동력 확신 기능은 조종사의 업무량을 감소시키고 정확성을 높여 주고 있다.

CV FDR 기록에서 얻은 비행정보의 활용으로 우연한 사고 성능 제한 초과 및 조종

사 사건 보고 등의 조사에 도움을 주고 있다.

초기 운영시기부터 현재의 완숙한 시스템 사용기간 동안에 얻어진 여러 교훈들이 있다. 그간 HUMS의 효과가 증대되었고 지금은 전 세계의 많은 헬기 운영사들이 HUMS를 헬기 운영에 떼어 버릴 수 없는 일부분으로 받아들이고 있다.

또한 HUMS 시스템의 신뢰성이 기계학적인 관점에서 크게 개선되었다. 오늘날, HUMS를 사용함으로써, 비록 운영 직원이 HUMS S/W의 오차가 어떻게 보이는가를 인식해야 하나, 운영사가 결함지시 사항을 보고 바로 문제에 접근할 수 있다.

HUMS 덕분에 얻어진 개선점들은 부당한 부품 교환의 감소, 엔진과 연료 절약, 고장 발생 시간의 연장, 항공기 가동률 증가, 소모 부품의 절감 등이다.

이 시스템은 운영자로 하여금 항공기에 손상을 야기시킬 문제들을 판별하거나 혹은 감소시킬 능력을 부여한다. 또한 비행과 정비 교번상의 한계 초과치를 모니터 및 포착

하며, 과속 현상같은 문제를 정비사에게 경고해 준다.

본 시스템이 비행 교범 및 정비 교범상의 한계 초과치를 포착하는 능력이 있기 때문에, 부당한 부품 교환의 감소가 가능하며, 아울러 사전 문제 경향 자료(온도, 압력, 칩 및 진동)는 정비사 및 관리자로 하여금 승무원이 작성한 한계 초과 문제 보고서(Exceedance Events Report)에 의거 교환 작업 여부를 결심하게 해 준다.

사소한 문제일지라도 전자 기록 없이 고장을 탐구하는 것은 더욱 어렵고 시간 낭비가 되기 쉽다. 운영사는 항상 안전에 관심을 갖고 행동한다. 기어 박스 혹은 로터시스템을 불필요하게 제거하는 등 단 한가지 일이라도 운영자에게는 상당한 비용이 소요된다. 이 시스템을 사용함으로써 연간 운영비의 15%는 감소될 수 있다.

본 시스템은, 동력 확인 검사, 엔진 한계 초과 식별, 엔진 제작사의 적용 설명서에 근거한 경향의 파악, 엔진 진동 증상의 모니터링 등을 수행한다. 최근의 SAE E-32 위원회 보고서에 의하면, 다양한 엔진형에서 산출한 연간 절약 금액이 항공기당 1만 1천불에서 2만 3천불에 이르고 있다.

Bell 212/412, Sikorsky S76, 혹은 Eurocopter Dauphin형 항공기 등의 엔진이, Hot Start증세로 이들 엔진을 제거, 검사, 혹은 수리에 소요된 비용이 대당 3만불을 초과하고 있다.

본 시스템은 운영사의 정비사들이 항공기 진동을 보다 낮게 유지케 하는데 필요한 도구로 사용되고 있다. 진동의 감소가 승객에게 편안함을 줄뿐 아니라, 항공기 및 관련 장비의 진동 감소는 불시(Unscheduled)정비

작업량을 50%나 감소시켜 준다.

또한 본 시스템은 비행대의 출동 준비에 기여하는 바가 크다. 주요 항공기 부속의 계속적인 모니터링으로 비행대의 항공기 상태를 정확히 파악할 수 있고, 필요할 때 혹은 비행 중 비행 포기 상태 발생을 대비한 예방 정비 계획을 수립할 수 있다.

보고된 바에 의하면, 본 시스템이 연간 실제 결함의 25% 내지 50%를 찾아내고 있으며, 이 사실은 항공기 출동률을 25% 높이는 결과와 같다.

더욱이, 본 시스템은 귀중한 항공기 및 엔진의 특수증상과 경향에 관한 기록을 제공함으로써, 부품들의 불시 교환을 최소화 해준다. 비행대를 지원하는데 지역 재고에 대략 10%의 예비품이 보유되고 있다.

예비 부품비용에서 30% 절약은, 주요 부품에 오직 필요할 때만 정비를 함으로써 달성될 수 있다. 이것은 특수증상과 경향기록을 제공하는 본 시스템을 이용함으로써 이루어진다.

따라서 모니터링 시스템을 사용함으로써, 중요한 안전성 보장과 상당한 비용 절감이 가능하다는 사실이 입증되었고, 상용 및 군용 헬기 운영사에게는 필수적인 시스템으로 인정받고 있다.

세계에서 가장 큰 헬기 운영사 중의 하나인, 노르웨이의 Helicopter Service사는, Teledyne/Stewart Hughes FDR/HUMS를 1991년에 세계 최초로 장착한 후, HUMS에 의해서 얻어진 보다 증진된 안전성을 승무원에게 강조하기 위하여, 그들의 승객 수송용 Boeing, Eurocopter 및 Sikorsky 헬기의 측면에 적색과 흑색으로 된 큰 문자로 "HUMS World's First"라고 새겨 놓고 있다. **防**