

EHA의 특징 및 활용분야 Characteristics of an Electro Hydrostatic Actuator and Application Fields

박 성 환
S. H. Park

1. 서 론

최근, 고성능 전기모터의 개발과 더불어 지금까지 유압구동이 당연한 것으로 생각되었던 제품들이 점진적으로 전동화 되고 있는 추세이다. 이와 같이 구동시스템에 있어서 전동화가 진행되는 있는 가장 큰 원인은 유압구동 기기는 고출력을 얻을 수 있지만 전동기기에 비해 대규모의 장비와 유압배관이 필요하고 기름의 누설, 유지보수 성능저하 등의 문제가 있기 때문이다.

유압시스템의 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 개발된 전동 유압식 액추에이터(Electro Hydrostatic Actuator, 이하 EHA)는 전동 모터, 유압 펌프 등의 기기를 실린더와 일체화 하는 것에 의하여 소형화를 실현하고 번거로운 유압 배관 공사도 전혀 필요하지 않는다. 이와 같은 구조의 제품으로 일찍이 상품화된 것이 미니 모션 패키지(MMP)와 Integrated Actuator Package이다. 이들 상품은 리미트 스위치와 수동 스위치에 의한 모터의 운전, 정지를 통해 실린더의 위치 결정을 필요로 하는 분야에 많은 채용 실적이 있다.

한편, EHA는 MMP와 IAP의 연장선상에 있는 제품이지만, 에너지 효율의 측면에서 획기적인 개선을 이룬 제품으로 보다 고도의 제어기능과 동력 성능을 실현할 수 있어 주로 모션 컨트롤 및 항공우주 분야를 중심으로 개발이 진행되었다. 또한, 취급도 매우 용이하며 설치공간을 많이 필요로 하지 않는 차세대 유압 구동장치라고 할 수 있다.

현재 개발되고 있는 항공기는 비행조정시스템(Flight Control System)의 발달에 따라 유압시스템을 접목한 전자비행제어(PBW: Power-By-Wire)를 대부분 적용하는 단계에 이르렀다. 그러므로 소형/경량/ 고출력 특성을 가진 EHA는 항공기용으로 가장 적합한 액추에이터라고 할 수 있다.

따라서, EHA와 같은 전자비행제어 분야의 핵심

구성품에 대한 핵심기술 확보 및 개발은 항공산업분야의 국제 경쟁력을 확보하고 고부가가치 산업의 활성화를 위해서 매우 절실하다. 뿐만 아니라, EHA의 원천기술 개발은 최근 소형/ 경량화 및 에너지 효율 향상을 위하여 적극적인 개발이 추진되고 있는 다양한 산업분야에도 쉽게 적용이 가능하므로 EHA의 설계 및 해석을 위한 원천기술을 확립하는 것은 매우 중요하다.

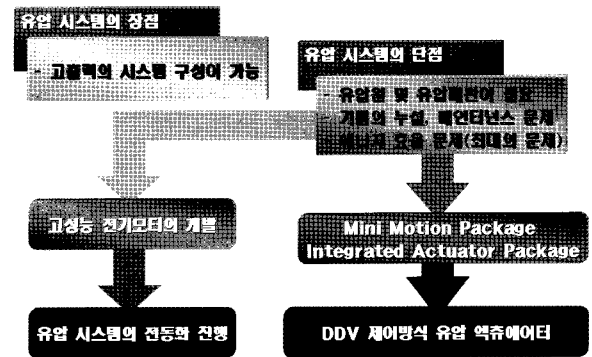


그림 1 유압시스템의 장·단점 및 발전 단계

본 해설에서는 EHA의 원천기술 확보를 위한 기본적인 개념과 활용방안에 대하여 기술하였다.

2. EHA의 정의 및 특성

2.1 유압시스템 및 전기시스템의 특성 비교

고도 산업화의 사회에서는 대출력, 고응답, 고동력 밀도의 동력전달 시스템을 필요로 한다. 이러한 시대적 요구에 부응할 수 있는 동력전달 장치로는 일반적으로 유압시스템과 전기시스템이 사용되고 있다.

동력전달의 제어성에 있어서는 유압시스템과 전기시스템의 큰 차이점은 없지만, 유압시스템은 에너지 밀도가 높으며, 고출력을 얻을 수 있어 건설기계와 같이 대출력, 고속응답성을 필요로 하는 시스템의 구동기로서 적합하다. 그러나 유압시스템의 경우 주 유압동력원에 고장이 발생하면 관련된 전체 유압시스

템이 마비 될 수 있으며, 전기시스템에 비해 대규모 기기로서 유압배관이 복잡하게 설치되어 있어 배관의 파손, 누유 및 유지보수성이 나쁜 문제점을 가지고 있다.

한편 전기시스템은 신호변환이 용이하고 표준부품의 공급이 원활하며, 특히 에너지효율의 관점에서 유압시스템과 비교하여 상당한 우위에 있다고 할 수 있다. 또한, 최근에는 전력전자 기술의 급속한 발전으로 인하여 전기시스템도 유압시스템에 뒤지지 않는 고출력을 확보할 수 있게 되었으며 고출력 전기시스템은 유압시스템의 일부를 대체하고 있는 실정이다.

따라서 조작력은 별로 크지 않아도 비교적 고속응답을 요구하는 적용분야에 있어서 유압시스템과 전기시스템의 경합은 매우 치열하며 특히 최근에는 소형 미사일의 방향제어나 공작기계의 일부가 유압시스템에서 전기시스템으로 바뀌는 추세에 있어 유압업계의 위기위식은 매우 커지고 있는 상황이다.

이와 같은 전기시스템의 약진 현상은 전력 제어방식의 변혁에 의존하는 전동기 시스템의 응답특성과 에너지효율의 개선 때문이라고 할 수 있다. 그러나 전동기의 출력 토크는 자성체의 자속포화에 의하여 한정되며, 전자흡인력에 의존하기 때문에 토크능력의 개선은 그 여유가 크지 않으며 대조작력, 고속응답, 고동력밀도 등 유압시스템 고유의 특성을 능가할 수 있는 전동기의 출현은 기대하기 어렵다.

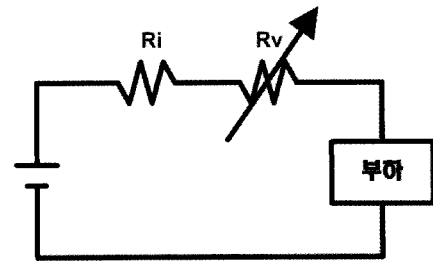
또한, 전동기를 사용하는 전기시스템의 동력 밀도는 유압시스템의 1/10정도인 반면에, 유압시스템의 동력전달 매체인 유체의 강성은 매우 크기 때문에 부하와 구동시스템간의 공진으로부터 한정되는 속응성이 매우 높다. 또 전동기의 회전을 기계적 변환을 통하여 직선운동으로 변환하는 전동식 액추에이터에 비해 한 개의 유압원으로 다수의 유압실린더의 위치 제어를 수행할 수 있는 유압시스템은 전동식에 비하여 보다 동력전달 제어의 적용성이 매우 뛰어나며 대조작력을 발생시키는 것 이외에 힘의 제어가 용이하므로 유연한 동작 제어에도 충분히 적용 가능하다. 이와 같이 유압제어방식은 우수한 고유특성을 가지고 있으므로 건설기계와 같이 대출력, 고속응답성을 필요로 하는 시스템의 경우 전기시스템으로는 구현하기가 매우 어렵다.

이상에서 기술한 바와 같이 유압제어방식은 동력전달 시스템으로서의 우수한 고유특성을 가지고 있으므로 다이캐스팅, 토목건설기계, 대형고속항공기

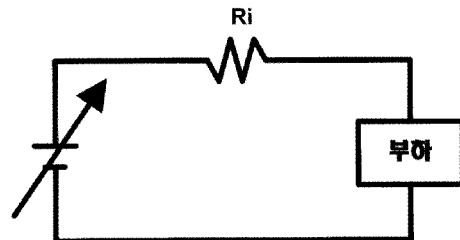
등 대출력, 고속응답성을 필요로 하는 시스템은 모두 유압시스템을 채용하고 있으며, 전기시스템으로는 실현이 불가능한 분야에 폭넓게 적용되고 있다. 또한 기존에 유압시스템의 문제점으로 인식되어 왔던 소음과 기름누설 등의 문제가 유압기술의 진보로 문제가 되지 않을 수준에 도달하여 비행시간당 고장발생률이 10~9이하의 신뢰성을 요구하는 항공기로서도 유압시스템이 매우 큰 역할을 담당하고 있다.

2.2 유압시스템 및 전기시스템의 효율

유압시스템은 동력전달 시스템으로서 많은 장점을 가지고 있지만, 전기시스템에 비하여 에너지 효율이 매우 낮은 것이 단점이다. 전기시스템의 경우, 종래의 전기제어방식은 그림 2(a)에 나타난 바와 같이 부하의 변동에 대하여 가변전항 R_v 를 조정하여 부하양단에 인가되는 전압을 일정으로 유지하는 제어방식이었지만, 최근에는 스위칭 레귤레이터를 사용하여 그림 2(b)와 같이 부하구동에 필요한 에너지만을 시스템에 공급하는 제어방식이 사용되어 에너지 효율의 극적인 향상을 달성하였다.



(a) 부하에 의한 제어



(b) 스위칭 레귤레이터에 의한 제어

그림 2 전기 시스템의 구성

유압제어에서는 가변용량형 펌프에 의한 유량제어에 의하여 부하를 구동함에 있어 필요한 에너지만을 서보밸브에 공급한다고 가정하여도, 서보밸브에 의한 유량제어에서의 에너지 손실이 크고, 기본적으로는 전기제어에 있어서 그림 2(a)와 같은 형태의 제어방식에 지나지 않는다. 즉, 서보밸브의 부하최대유량 q_0 , 공급압력 p_s , 부하를 구동하는 액추에이터의 추

력 및 속도를 각각 F , V 라고 하면 서보밸브 입력에 대한 유효일의 에너지 효율 η 는 시스템의 최대동력 발생 상태에 있어서 식 (1)과 같이 유도된다.

$$\eta = FV / (p_s q_0) = 0.385 \quad (1)$$

따라서 서보밸브에서의 압력손실로 인해 유압시스템 전체의 최대효율은 이론적으로 38.5%를 절대 초과할 수 없다.

유압시스템은 실제로 많은 경우에 있어서는 그림 3에 나타난 바와 같이 간단한 압력 보상식 가변용량형 펌프로 유압원의 에너지 제어가 행하여지기 때문에, 필연적으로 이론적인 펌프출력의 에너지 제어가 아닌 시스템 전체의 효율은 이보다 더 저하된다.

따라서, 에너지 효율의 비약적인 개선이 유압시스템에서는 필수적이다.

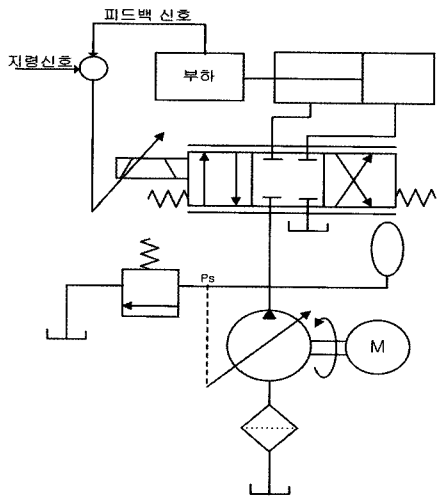


그림 3 서보밸브에 의한 유압제어 시스템

2.3 EHA의 정의

2.3.1 전동기 일체형 유압 액추에이터의 발전 단계
유압시스템은 복잡한 유압배관이 필요하며, 비교적 대형시스템이고 기름의 누설, 메인テナンス 문제 등 많은 문제점을 포함하고 있다. 이와 같은 문제점을 개선하기 위하여 그림 4에 나타난 바와 같이 액추에이터, 유압펌프, 전기모터 집적화하여 유압라인과 위험요소를 획기적으로 줄이거나 제거한 전동기 일체형 유압액추에이터가 개발되었다.

이와 같이 전동기 일체형 구성을 가진 유압 액추에이터는 당초 항공산업 분야를 중심으로 개발되었으며, 전기 공급만을 제어함으로써 독립적인 제어가 가능한 유압시스템의 구성을 가능하게 하여 메인 유

압원이 멈추면 모든 시스템이 동작하지 않는 종래 유압시스템의 문제점을 획기적으로 개선함으로써 유압시스템 전체의 안전성을 개선하였다.

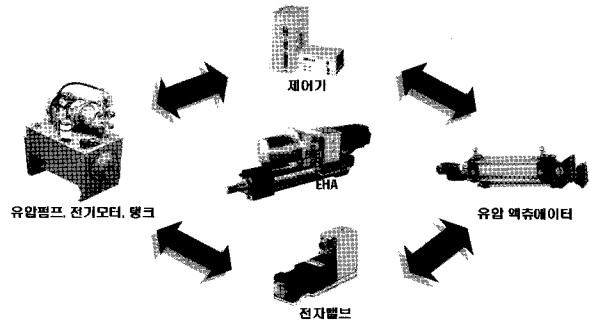


그림 4 전동기 일체형 유압액추에이터의 정의

즉, 항공기의 액추에이터로 사용되는 유압시스템의 경우 당초에는 그림 5와 그림 6에 나타난 형태의 중앙공급식 유압원을 사용하는 Fly-By-Wire용 액추에이터를 사용하였다. 그러나, Fly-By-Wire용 액추에이터를 사용하는 경우 그림 7에 나타난 바와 같이 중앙공급식 유압원이 어떠한 원인으로 고장이 발생할 경우 항공기 전체의 액추에이터가 멈추는 안정성의 문제를 항상 내포하고 있었다.

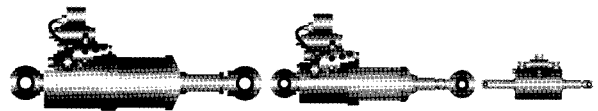


그림 5 Fly-By-Wire용 액추에이터(중앙공급식 유압원 사용)

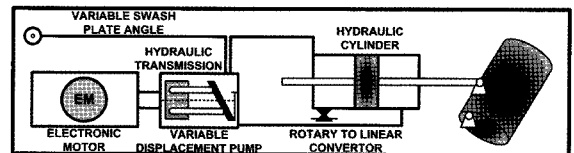


그림 6 Fly-By-Wire용 액추에이터시스템의 구성도

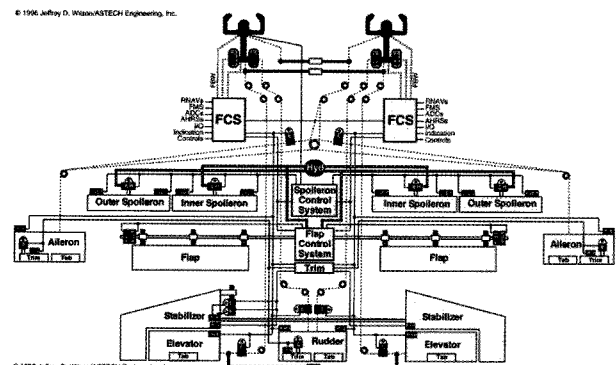


그림 7 Fly-By-Wire용 액추에이터의 배치도

유압시스템을 구성하는 유압 컴포넌트를 일체화함으로써 경량화 및 누설로 인한 문제점의 개선과, 전기 신호를 이용한 간단한 제어 등이 주된 개발 개념이었던 Fly-By-Wire용 액추에이터는 고성능 전투기의 개발 및 대형 민항기의 개발과 더불어 그림 8 및 그림 9에 나타난 바와 같이 각 액추에이터에 개별적 유압원을 사용하는 Power-By-Wire용 액추에이터로 발전되었다. 그림 10에 나타난 바와 같이 각 액추에이터를 중앙에서 공급되는 전기를 제어함으로써 항공기의 각 부위에 장착된 액추에이터는 독립적으로 제어되는 시스템으로 구성되어 있다.

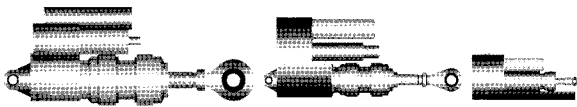


그림 8 Power-By-Wire용 액추에이터
(각 액추에이터에 개별적 유압원을 사용)

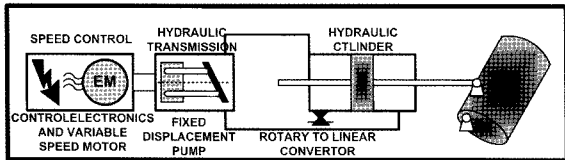


그림 9 Power-By-Wire용 액추에이터시스템의 구성도

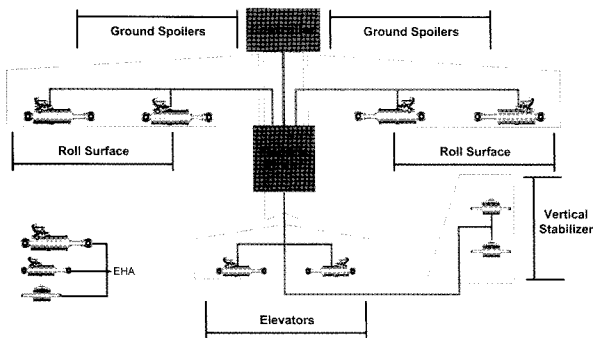


그림 10 Power-By-Wire용 액추에이터의 배치도

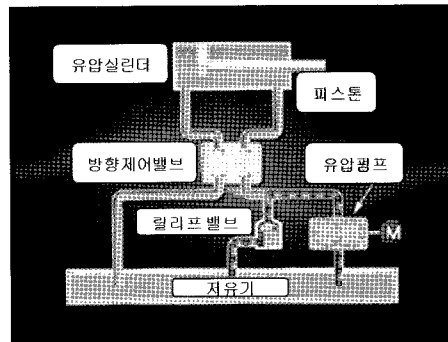
이와 같은 시스템의 구성은 어느 하나의 액추에이터에 고장이 발생하더라도 다른 액추에이터는 독립적으로 구동되기 때문에 안전성을 급격히 향상시킬 수 있다. 따라서 현재 사용되고 있는 첨단 전투기 및 대형 민항기에는 모두 Power-By-Wire용 액추에이터가 적용되어 있다.

2.3.2 전동기 일체형 유압 액추에이터의 특징

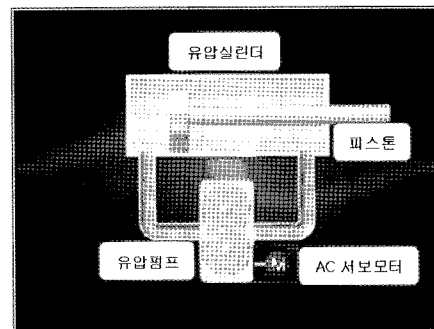
기존의 유압시스템은 그림 11 (a)에 나타난 바와 같이 정속으로 구동되는 전기모터에 단방향형 유압

펌프를 직결하여 방향제어밸브를 이용하여 유압 실린더의 작동방향을 제어한다. 유압실린더를 작동시키지 않을 때는 유압 펌프에서 토출된 유량을 릴리프 밸브를 통하여 탱크로 보내게 된다.

한편, 그림 11(b)에 나타난 전동기 일체형 유압 액추에이터는 일체의 배관과 제어용 밸브를 사용하지 않고, 양방향형 펌프 및 서보모터를 매니폴더 블록을 이용하여 유압실린더와 일체화하여 시스템을 구성한다. 서보모터의 회전방향을 제어함으로써 유압실린더의 작동방향을 제어하고, 서보모터의 회전속도를 제어함으로써 유압실린더의 속도를 제어한다. 또 서보모터에 인가되는 토오크를 제어하여 유압실린더의 압력을 제어한다.



(a) 전기·유압 일체형 유압실린더



(b) 기존밸브 제어방식 유압실린더

그림 11 유압 액추에이터 시스템 제어방식의 비교

일반적으로 그림 3(b)에 나타난 구조의 전동기 일체형 유압 액추에이터를 EHA(Electro Hydraulic Actuator)로 명명하는 경우를 많이 볼 수 있다. 이와 같은 명칭은 EHA가 유압 펌프, 제어용 밸브, 유압실린더, 탱크, 배관 등을 일체화 한 Mini Motion Package 및 Integrated Actuator Package 등의 기술적 연장선상에서 EHA가 개발되었기 때문에 전기모터와 유압 액추에이터를 일체화 했다는 것을 강조한 명칭이라 할 수 있다.

전동기 일체형 유압 액추에이터의 설계 개념을 엄밀하게 분류해 보면 정유압 전동장치 HST(Hydro Static Transmission)의 설계 개념을 유압실린더에 실현한 것이다. 그러므로 약어로는 Electro Hydraulic Actuator와 같은 EHA를 사용하지만, 전기·정유압 구동시스템 EHA (Electro Hydrostatic Actuator)이라 명명하는 것이 가장 바람직하다. 한편, 이와 같은 방식을 DDVC(Direct Drive Volume Control) 방식이라고도 명명하는 경우도 많은 문헌에서 찾아볼 수 있다.

현재까지 일반적으로 알려진 EHA의 대표적인 장점은 전기모터와 유압 펌프, 유압실린더 및 배관을 일체화함으로써 소형화를 실현하고 배관의 최소화를 통하여 누유 문제 등 환경문제를 개선했다는 것이다. 그러나 EHA 시스템의 실제적인 가장 큰 장점은 일체의 제어용 밸브를 사용하지 않고 서보 모터의 제어를 통하여 유압 펌프에서 토출되는 압유를 직접 제어함으로써 에너지 전달 효율을 획기적으로 개선했다는 것이다. 또한 유압시스템의 구성에 있어서 동력 분산제어를 실현할 수 있다는 것이 일체화보다 시스템의 적용상 더 중요한 특징이라고 할 수 있다.

한편, 현재 상용화되어 보급되어 있는 대부분의 EHA는 그림 12에 나타낸 바와 같이 서보모터를 제어하여 압유의 토출방향, 유량, 압력을 제어하는 정유압 구동방식이지만, 유압실린더의 정지 지점 유지를 위해서 설치된 방향제어 밸브를 여전히 사용하고 있으며, 최소 2개 이상의 릴리프 밸브를 사용하고 있어 에너지 전달 효율의 극대화 및 시스템의 경량화와 소형화를 가로막고 있다고 볼 수 있다.

따라서, 최근에는 일본을 중심으로 그림 13에 나타낸 바와 같이 EHA에 사용되는 릴리프 밸브 및 방향제어밸브 조차도 사용하지 않는, 서보모터의 제어만으로 순수한 정유압 구동방식을 실현한 개선된 형태의 EHA 시스템이 실용화되었다. 그림 14는 고에너지 효율의 밸브리스(valveless) EHA 시스템의 유압회로를 나타낸다. 유압회로도에서 알 수 있는 바와 같이 탱크로의 유로방향을 결정하는 체크 밸브 이외에는 어떠한 제어용 밸브도 사용하고 있지 않은 것이 특징이다.

일반적으로 유압시스템에서 릴리프 밸브가 없는 경우는 시스템의 안전을 보장할 수 없다. 그러나 그림 14에 나타낸 밸브리스 EHA 시스템은 서보 모터의 전류 제어를 통하여 모터에 인가되는 토크를 제어할 수 있으므로 압력이 일정값 이상으로 인가되면 모터에 인가되는 토크가 증가하게 되며 이를

피드백하여 포화 및 역방향 제어를 수행함으로써 안전성에 아무런 문제가 없이 릴리프 밸브의 사용을 회피할 수 있다. 이와 같은 시스템 구성상의 특성으로 인해 정유압 구동방식에 의한 획기적인 에너지 효율의 달성 및 경량화 소형화가 충분히 가능하다.

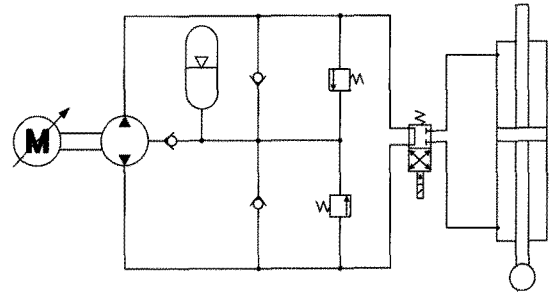


그림 12 일반적인 EHA 시스템의 유압회로도

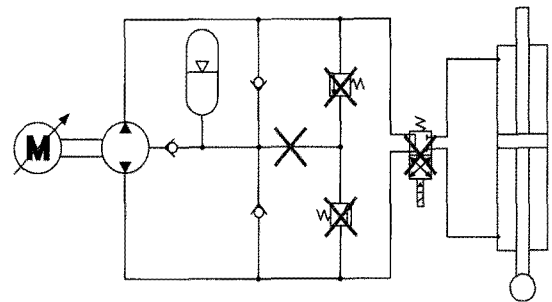


그림 13 EHA 시스템의 밸브리스화의 개념

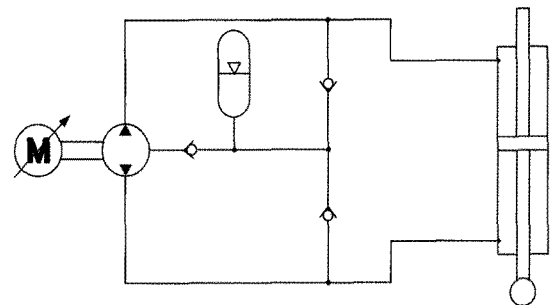
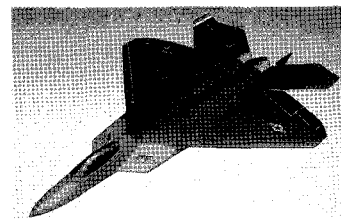


그림 14 고에너지 효율의 밸브리스 EHA 시스템

3. EHA의 활용분야

3.1 EHA의 항공산업 적용 예

3.1.1 F-22 전투기의 적용 예



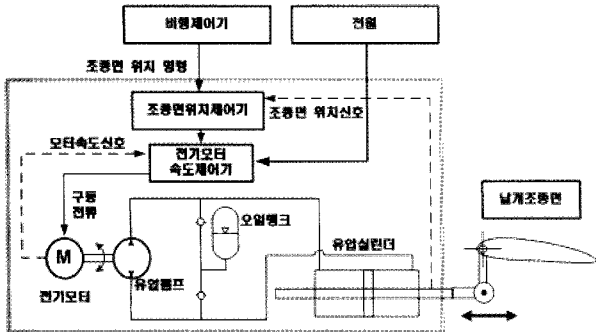
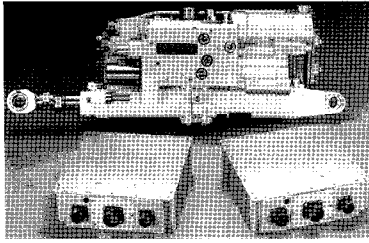
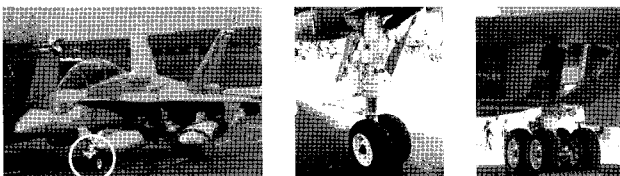


그림 15 F-22 전투기에 적용된 EHA 시스템의 예 및 유압회로의 구성

3.1.2 F-18 전투기의 적용 예

F-18 전투기에는 Nose 및 Main landing gear에 EHA 시스템이 적용되었다. 한편, EU연합에서는 현재 진행 중인 “Project Power Optimized Aircraft (POA)”를 통하여 모든 항공기에 사용되는 전기 액추에이터 시스템의 추가적인 동력원으로 EHA를 우선적으로 적용하기 위한 연구 개발이 적극적으로 진행되고 있다.



Nose landing gear Main landing gear

그림 16 F-18 전투기에 적용된 EHA 시스템의 예

3.1.3 F-35 전투기의 적용 예

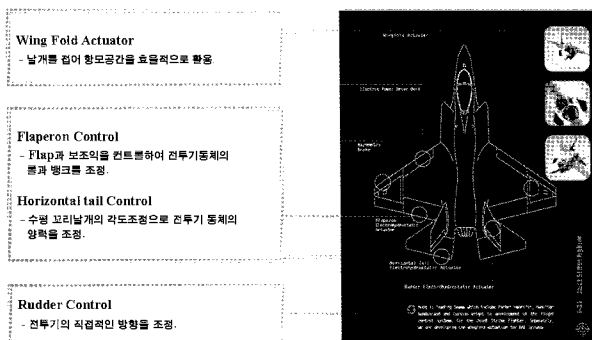


그림 17 F-35 전투기에 적용된 EHA 시스템의 예

3.1.4 미사일 및 로켓 등 무인비행체에 적용된 예

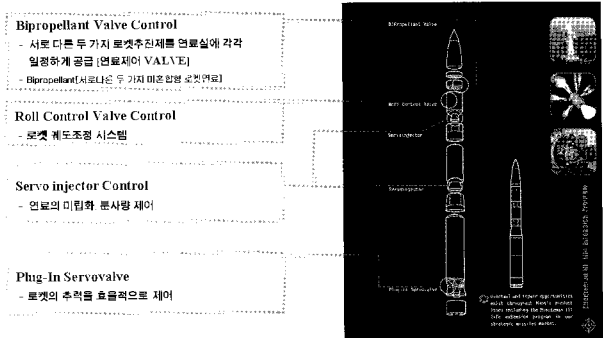


그림 18 미사일 및 로켓 등 무인비행체에 적용된 EHA 시스템의 예

3.1.5 A-320 여객기(민항기)에 적용된 예

전투용 항공기를 중심으로 개발된 EHA 시스템은 그 안전성이 인정됨과 더불어 민항기 분야에도 확대 적용되기 시작하여 A-320 여객기의 Alleron의 제어에 EHA 시스템이 적용되었다.

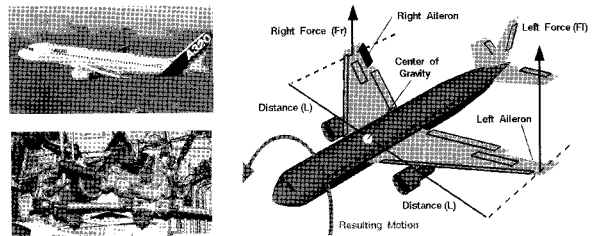


그림 19 A-320 여객기(민항기)에 적용된 EHA 시스템의 예

3.1.6 A-380 여객기(민항기)에 적용된 예

A-320 여객기의 Alleron의 제어에 EHA 시스템이 적용된 이래 A-380 여객기에는 기내의 엘리베이터와 Aileron Control에 EHA 시스템이 장착되었다.

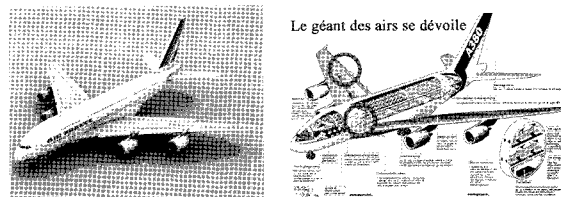


그림 20 A-380 여객기(민항기)에 적용된 EHA 시스템의 예

3.1.7 무인 비행체 및 유도무기에 적용된 예

EHA 시스템의 개발과 더불어 가장 먼저 적용된 시스템이 무인 비행체이다. 고성능 전투기 및 대형

민항기용 고성능 액추에이터로 개발이 시작되었지만, 실질적 적용에 있어서는 EHA 시스템이 장착되는 장비의 가격 및 인명의 중요성 때문에 사전 실적이 없는 새로운 액추에이터의 장착이 지연되고 있었다. 따라서 인명의 손실이 없는 무인 비행체 및 유도무기에 EHA 시스템이 최초로 장착되어 그 성능 및 안전성이 판명된 후 항공기 분야에 모두 적용이 되었다.

유도무기인 타이탄과 같은 대형 ICBM 로켓미사일(대륙간 탄도 미사일)의 경우, 전형적인 기존의 유압 시스템을 적용하고 있지만, 무기산업의 발달로 인해 보다 빠른 기동력을 필요로 하는 유도무기의 경우는 EHA 시스템의 적용이 필수적이다.



그림 21 AGM-130 공대지 미사일에 적용된 EHA

지고 필수기술이 일반에게 노출될 때까지 상당한 시간이 소요된다. 특히, EHA 시스템에 적용되는 피스톤 펌프의 경우, 피스톤 모터와 구조가 거의 동일하기 때문에 양방향형 펌프가 시중에 존재한다. 그러나 일반적으로 산업분야에서 많이 적용되는 기어 펌프의 경우, 이론적으로는 양방향형 펌프가 존재하지만 실제 시판되고 있는 제품의 경우, 내부 seal의 방향성으로 인해 양방향형 펌프가 존재하지 않는다. 이러한 상황에서 일반 산업용으로 EHA 시스템을 개발하기 위해서는 먼저 양방향형 기어펌프를 개발할 필요가 있어 그 적용이 더욱 지연되고 있는 것이 현실이다.

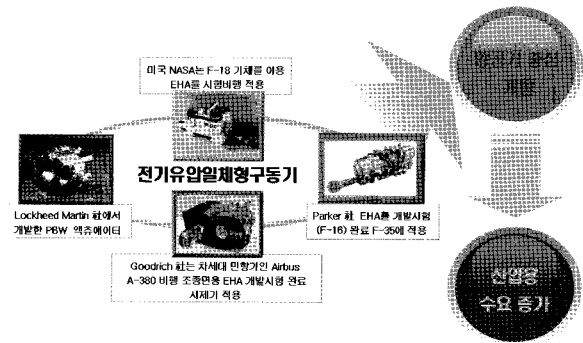


그림 23 EHA 시스템의 적용분야의 변화 추이

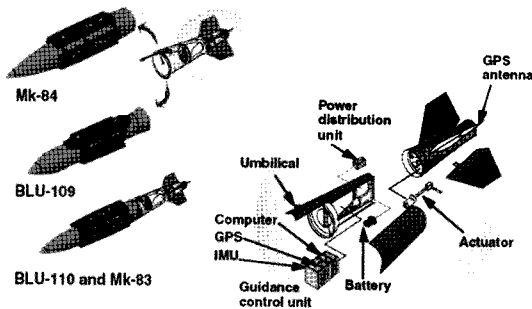


그림 22 유도 미사일에 적용된 EHA 시스템

3.2 EHA의 일반 산업분야 적용 예

유도무기 분야에 적용된 EHA 시스템은 그 안전성과 탁월한 성능이 인정됨에 따라 항공기 분야에 바로 적용되게 되었다. 그러나 서보 모터의 사용에 따른 액추에이터 자체의 가격 상승 및 서보 모터 제어기의 구성을 위한 소프트웨어적인 어려움으로 인하여 일반 산업분야에는 EHA시스템의 적용이 지연되었다.

일반적으로 액추에이터의 가격보다는 성능을 위주로 개발이 추진되는 군수산업과는 달리 최소의 비용으로 최대의 성능을 표방하는 일반 산업분야에서의 EHA 시스템의 적용은 개발기술이 광범위하게 알려

이상과 같은 이유로 EHA 시스템에 일반 산업분야 보급은 상당히 지연되는 상황이었으나 최근에는 서보 모터의 보급 및 양방향형 기어펌프의 보급이 확대되면서 EHA 시스템의 일반 산업분야 적용이 가속화 되었다.

3.2.1 자동차 Roof, Spoiler, Door(Gullwing) 작동에 적용된 예

일반 산업분야 중 가장 큰 시장의 하나를 점유하고 있는 자동차 분야에서도 EHA 시스템의 적용이 가속화 되고 있다. 현재는 BMW, 페라리 등 고급형 스포츠카에 적용이 되고 있지만 향후 그 적용 분야는 점차 확대될 것으로 사료된다.

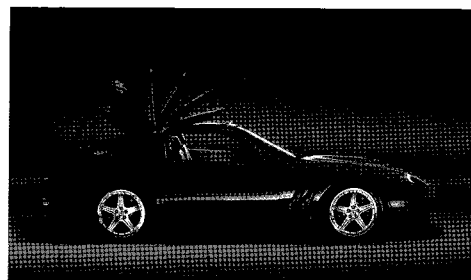


그림 24 자동차 Roof, Spoiler, Door 등의 작동에 적용된 EHA 시스템

3.2.2 자동차 Disk Brake의 작동에 적용된 예

그림 25는 자동차 Disk Brake의 전자제어 유압제동장치 작동에 적용된 EHA 시스템의 개념도를 나타낸다. 현재 국내 기업인 만도기계에서 개발이 진행되고 있다.

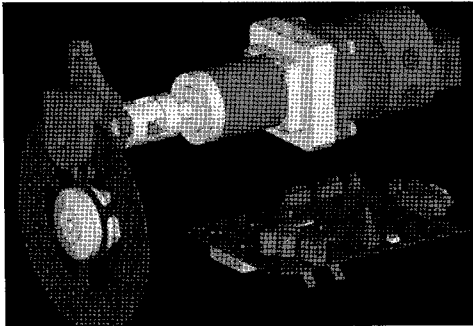


그림 25 자동차 Disk Brake의 전자제어 유압 제동장치 작동에 적용된 EHA 시스템

3.2.3 철도차량 Tilting 시스템의 작동에 적용된 예

고속으로 주행하는 철도차량의 안정성 확보를 위하여 현재 많이 적용되고 있는 철도차량 Tilting 시스템에도 EHA 시스템이 널리 적용되고 있다. 그림 26은 현재 일본에서 상용 운행 중인 철도차량에 적용된 Tilting 시스템의 예를 나타내며, 프랑스, 일본, 독일, 이탈리아, 스웨덴, 영국 등의 고속철도에 널리 적용되고 있다.



그림 26 고속철도차량 Tilting 시스템의 작동에 적용된 EHA 시스템

3.2.4 자동변속기 기어박스의 작동에 적용된 예

일반 산업분야에서 EHA 시스템의 적용 범위는 매우 다양하고 광범위하다. 그림 27은 자동변속기 기어박스의 작동에 적용된 EHA 시스템의 예를 나타낸다. 현재 시트로앵 : 6-Speed Gearbox System과 페라리 : Automated Manual Gearbox System에 적용되어 그 우수성이 입증되었다.

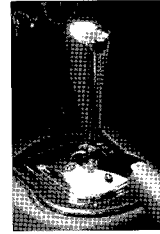


그림 27 자동변속기 기어박스의 작동에 적용된 EHA 시스템

3.2.5 특장차량의 Wing body, Power Gate의 작동에 적용된 예

그림 28은 특장차량의 윙바디 시스템을 나타낸다. 윙바디의 구동에 적용되는 EHA 시스템은 엔진이 정지한 상태에서도 사용이 가능하도록 차량에 장착되어 있는 DC 24V 전원을 이용한 DC서보 모터를 사용한다. 한편, Power Gate 등 특별한 제어가 필요없는 시스템의 경우 단순한 DC모터를 사용하는 예도 있다.

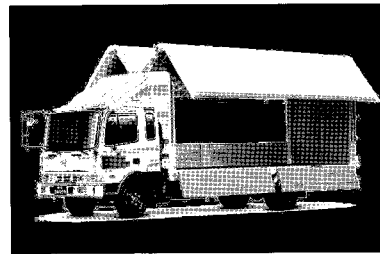


그림 28 특장차량의 Wing body, Power Gate 등의 작동에 적용된 EHA 시스템

3.2.6 모터보트 선외기 엔진 Tilting System의 작동에 적용된 예

일반산업 분야 중 널리 알려져 있지는 않지만, EHA 시스템이 가장 먼저 적용된 분야가 모터보트 선외기 엔진의 Tilting System이다. 주로 대형 선외기 엔진의 Tilting System에 적용된다. 그림 29는 미국 CMC POWER TILT 시스템에 적용된 예로서 일반적인 판매가격이 \$600~\$800를 호가하는 고부가가치 상품이다.



그림 29 모터보트 선외기 엔진 Tilting System의 작동에 적용된 EHA 시스템

3.2.7 모터보트 선외기 조타시스템에 적용된 예
 그림 30은 선외기 엔진의 자체 방향제어에 적용된 EHA 시스템의 예를 나타낸다. 조향장치의 간소화 및 경량화를 위하여 필수적이다.



그림 30 모터보트 선외기 조타시스템의 작동에 적용된 EHA 시스템

4. 결 언

본 해설에서는 EHA의 기본적인 개념과 활용분야를 소개하였다. 본고에 소개된 바와 같이 EHA 시스템은 유압시스템의 가장 큰 문제점인 에너지 전달 효율을 획기적으로 개선할 수 있는 시스템이다. 또한 그 응용분야도 매우 다양하므로 향후 산업용 EHA 시스템이 본격적으로 보급되기 시작하면 그 파급효과는 매우 대단할 것으로 예상된다. 그러므로 EHA 시스템의 개발을 위한 원천기술의 확립에 보다 적극적인 투자와 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

참고 문헌

- 1) M. pachter, C. H. Houppis and K. Kang, "Modelling and Control of an Electro-hydrostatic Actuator," International Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 7, pp. 591~608, 1998.
- 2) J. d. Lafontaine and Y. Desjardins, "Sliding-Mode Control of a Servomotor-Pump in a Position Control Application," Electrical and Computer Engineering, pp. 1287~1291, 2005.
- 3) K. Kang, M. Pachter, C. H. Houppis and S. Rasmussen, "Modeling and Control of an Electro-Hydrostatic Actuator," Aerospace and Electronics Conference, vol. 1, pp. 545~556, 1995.

- 4) M. Pachter and C. H. Houppis, "Electro-pneumatic and Electrohydraulic Instruments: Modeling of.", CRC press, 2000.
- 5) Hans Svensson, Johan Andersson and Karl-Erik Rydberg, "Modeling of Losses and Temperature calculations in fluid power systems," Scandinavian international conference on fluid power, pp. 569~581, 1999.
- 6) Andersson, J., Krus, P., Nilsson, K. and Storck, K., "Modelling and Simulation of Heat Generation in Electro-Hydrostatic Actuation Systems," In proc. of the 4th JHPS Int. Symposium on Fluid Power, Tokyo, Japan, November 15~17, 1999.
- 7) Nilsson K., Andersson J. and K. Petter, "Method for Integrated Systems Design - A study of EHA systems," Recent Advances in Aerospace Hydraulics, November 24~25, 1998.
- 8) Habibi, S. R., Pastrakuljic, V. and Goldenberg, A. A., "Model Identification and Analysis of a High Performance Hydrostatic Actuation System," Society of Automotive Engineers Inc., vol. 109, pp. 367~376, 2000.

[저자 소개]

박성환(책임저자)

E-mail : shpark01@pusan.ac.kr

Tel : 051-510-3053

1967년 11월 8일생

1990년 부산대학교 정밀기계공학과 학사,

1992년 동대학원 석사, 1996년 동대학원

박사, 1998~2000년 Tokyo Institute of

Technology Post-Doc, 2001~2002년 University of

BathRoyal Society Post-Doc, 2002~2005년 Tokyo Institute

of Technology 대학원 이공학연구과 기계제어시스템전공 박사,

2005년~현재 부산대학교 기계공학부 연구교수, 관심분야는

전기·유압서보시스템의 설계 및 제어, 수압시스템의 설계

및 제어, 철도차량브레이크 시스템의 설계 및 제어, 대한기계

학회, 한국정밀공학회, 유공압시스템학회, 한국철도학회, 한국

마린엔지니어링학회, 일본 Fluid Power System 학회 회원,

현재 현대로템 기술정책 자문위원

