

제7장 항공기 계기

항공기 계기는 항공기의 자세, 위치, 진로 등과 각 계통별 작동 상태를 표시하고 비정상 상태 발생 시 이를 조종사에게 경고함으로써 안전비행을 도모한다.

7.1 항공기 계기의 특징

(1) 항공기 계기의 특징

- 온도 변화에 따른 오차가 거의 없다.
- 누설 오차가 없다.
- 마찰 오차가 적다.
- 방진을 위해 완충장치가 필요하다.
- 내부에 녹이 슬지 않도록 방청, 방균 처리한다.
- 압력계기에는 서징(surging) 현상을 방지하는 부품이 있다.
- 전기계기 내부에는 불활성 기체를 충전시켜 화재를 예방한다.

(2) 항공기 계기에 사용되는 색깔 및 의미

- 적색 빗금선 : 최소, 최대 운전범위 또는 운용한계
- 녹색 : 순항범위
- 황색 : 경계 및 경고범위
- 백색 : 속도계에서 플랩작동 속도 범위
- 청색 : 왕복기관에서 기화기의 혼합비 조절 레버를 자동으로 놓았을 때 기관을 계속 작동할 수 있는 범위

7.2 항공기 계기의 종류

- 비행계기 : 비행하고 있는 속도, 고도 및 자세를 알리기 위한 계기
- 동력계기 : 동력장치의 현재 상태와 출력을 알려주는 계기
- 항법계기 : 항공기와 목적지와의 상대적인 위치를 설정하는데 필요한 계기

(1) 비행계기 (flight instrument)

- 고도계(altimeter)
- 속도계(airspeed indicator)
- 마하계(Mach meter)
- 승강계(rate of climb indicator)
- 선회경사계(turn & bank indicator)
- 자이로 수평지시계(gyro horizon indicator)
- 방향 자이로 지시계(direction gyro indicator)
- 실속 탐지기(stall detector)

(2) 동력계기 (engine instrument)

- 회전계(rpm gauge)
- 다지관 압력계(manifold pressure gauge) : 왕복기관에 사용
- 연료 압력계(fuel pressure gauge)
- 윤활유 압력계(oil pressure gauge)
- 기관 압력비 지시계(engine pressure ratio indicator) : 제트기관에 사용
- 연료 유량계(fuel flowmeter)
- 연료량계(fuel quantity indicator)
- 기통두 온도계(cylinder head temperature indicator) : 왕복기관에 사용
- 윤활유 온도계(oil temperature indicator)
- 연료 온도계(fuel temperature indicator) : 제트기관에 사용
- 흡입공기 온도계(carburator air temperature indicator) : 왕복기관에 사용
- 배기가스 온도계(exhaust gas temperature indicator) : 제트기관에 사용
- 압축기입구 온도계(compressor inlet temperature indicator) : 제트기관에 사용

(3) 항법계기 (navigation instrument)

- 나침반(magnetic compass)
- 원격지시식 나침반(flux-gate compass)
- 대기 온도계(outside air temperature indicator)
- 자동 무선 방향탐지기(automatic direction finder)
- 초단파 전방향 거리탐지기(VOR : very high frequency omni directional range)
- 장거리 전자항법(LORAN : long range navigation)
- 거리측정기(DME : distance measuring equipment)
- 편류측정기(drift meter)
- 도플러 항법장치(DNS : doppler navigation system)
- 관성항법장치(INS : inertial navigation system)
- GPS 지시기

(4) 기타 계기

- 전압계(voltmeter) 및 전류계(ammeter)
- 유압계(hydraulic pressure gauge)
- 산소 압력계(oxygen pressure gauge)
- 조종면 위치 지시계(control surface position indicator)

7.1.3 구조와 오차

항공기 계기는 수감부, 확대부, 지시부로 구성되며 항공기가 대형화됨에 따라 이 구성부들이 원격으로 연결되는 원격지시식 계기로 만들어지는 추세이다.

(1) 구조

- 수감부 (sensing element)

항공기 주위의 공기흐름, 연료흐름, 레이더파 접촉 등 물리적인 성질의 변화를 기계적인 변위나 전기적인 신호로 바꾸는 부분으로서, 압력측정에는 주로 아네로이드(aneroid), 다이어프램(diaphragm)이 이용되고 온도측정에는 열전대(thermocouple), 백금 또는 니켈 저항선이 이용된다.

- 확대부 (enlarging element)

수감부에서 만들어진 변위나 신호는 매우 작은 것이므로 이를 기계적으로 확대 또는 전기적으로 증폭시키는 부분이다.

- 지시부 (indicating element)

확대된 변위나 신호를 아날로그 또는 디지털 방식으로 표시하여 조종사에게 보이게 하는 부분이다.

(2) 오차

- 마찰오차 : 미끄럼 연결부의 마찰 저항에 의하여 발생기는 오차
- 누설오차 : 계기 내부의 유체가 외부로 유출됨으로써 발생기는 오차
- 온도오차 : 온도 변화에 따른 기계적인 수축, 팽창으로 인해 발생하는 오차
- 탄성오차 : 계기를 구성하는 재료의 반복 동작에 의한 탄성의 변화로 발생하는 오차
- 지시오차 : 계기 자체의 결함으로 발생하는 오차

7.1.4 피토 정압 계통

- 피토관(Pitot-static tube)을 사용하여 전압과 정압을 측정하고 이를 아네로이드나 다이어프램 등에 의한 기계적인 변위로 전환함으로써 고도, 속도, 승강률을 지시한다.
- 고도는 정압을 절대 압력계로 나타내고, 속도는 전압과 정압의 차이로 측정하며, 항공기가 상승하거나 하강할 때 정압의 변화율을 측정함으로써 고도의 변화율을 승강계로 나타낸다.

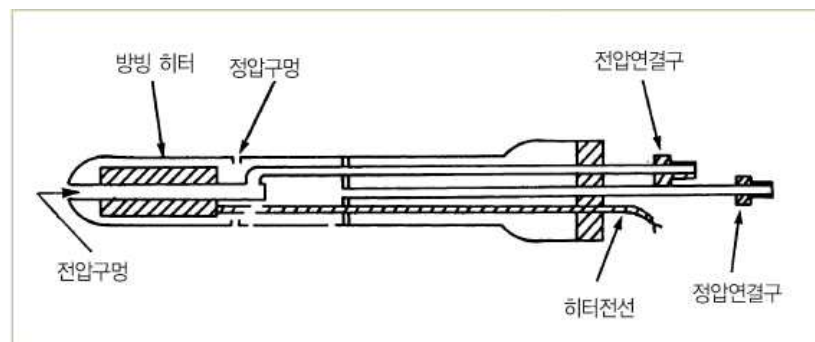
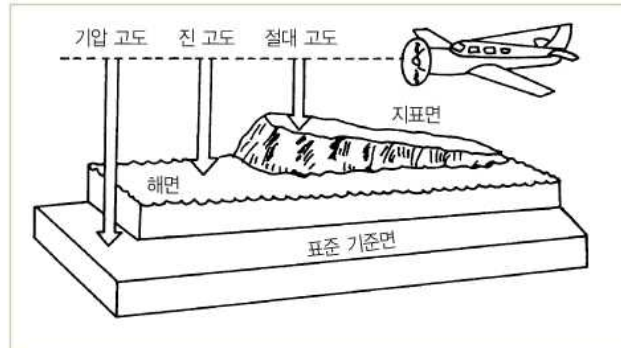


그림 7-1 피토관(Pitot-static tube)

(1) 고도계

• 고도의 종류



- 피토관으로 감지된 정압은 아네로이드식 기압계에 의하여 그 압력에 상당하는 표준대기 고도 즉 기압고도로 표시된다.
- 표준대기에서 해면상의 기압은 29.92 inHg 또는 14.7 psi 이지만, 그 날의 기상 상태에 따라 그 수치가 달라지므로 고도계 세팅(altimeter setting)을 하여 이를 수정한다.
- 고도계 세팅
 - 고도계에 부착된 고도보정 노브를 돌려 기준으로 삼을 고도의 기압을 바꾸어주는 것
 - QFE : 비행장 활주로상의 기압을 기준 기압으로 맞추므로써 활주로에서 항공기까지의 고도를 알 수 있도록 하는 방법으로 단거리 비행이나 계기착륙에 이용된다.
 - QNH : 당시의 해면기압에 맞추므로써 해발고도 즉 진고도(true altitude)를 나타내는 방법으로, 조종사의 요구에 의해 관제탑에서 불러주는 값에 맞추는 방식이다.
 - QNE : 기준기압을 29.92 inHg 또는 14.7 psi에 맞추므로써 기압고도를 나타내는 방법으로 해상비행이나 장거리 비행에 이용된다.

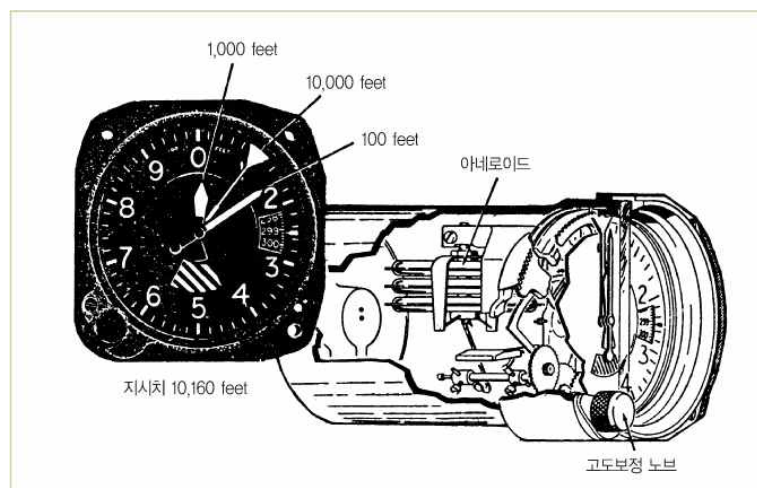
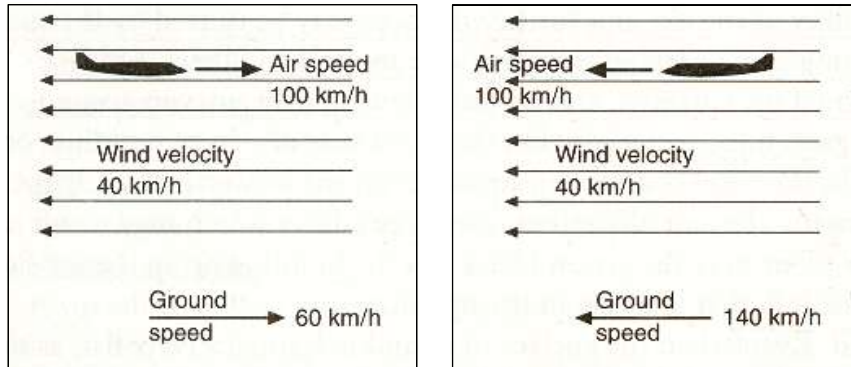


그림 7-3 고도계

(2) 속도계

- 피토관에서 전달되는 전압과 정압의 차이에 의하여 속도계가 지시하는 속도는 공기에 대한 항공기의 상대속도로서 대기속도(air speed)이며 대지속도(ground speed)와는 다르다.



< air speed와 ground speed >

- 지시대기속도(IAS : indicated air speed)
속도계가 지시하는 속도로서 고도에 따른 밀도의 변화가 무시된 속도
- 수정대기속도(CAS : calibrated air speed)
지시대기속도에서 계기 자체의 오차와 피토관의 장착위치에 따른 오차를 수정한 속도
- 진대기속도(TAS : true air speed)
지시대기속도에서 계기 자체의 오차와 고도에 따른 밀도의 변화를 보정한 속도
- 등가대기속도(EAS : equivalent air speed)
압축성 효과에 따른 밀도의 변화에 의한 오차를 보정한 속도

※ 실제 비행에 있어서는 임무에 따라 CAS 또는 TAS로 세팅한다.

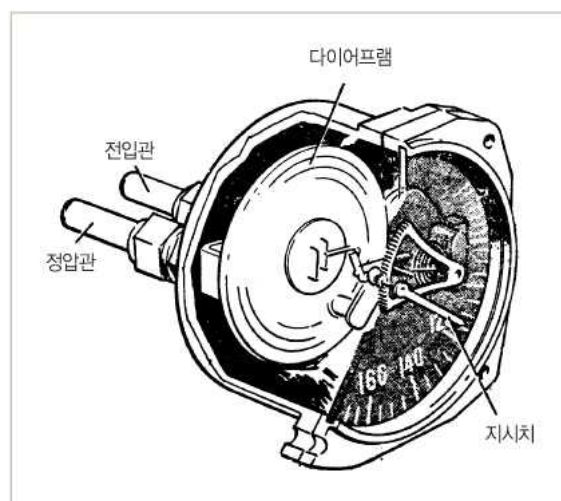


그림 7-5 속도계

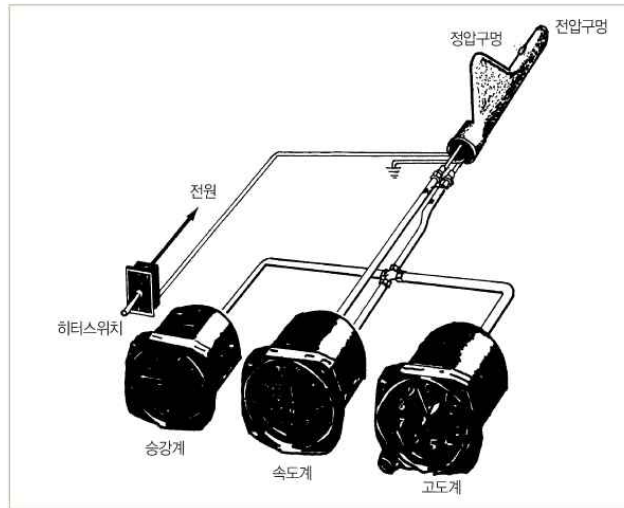


그림 7-6 피토 정압 계통

7.1.5 자기 계기

- 지자기에 의한 방위를 탐지함으로써 항공기의 비행방향을 측정하는 계기
- 지자기 : 지구가 가진 고유한 자기로서 지자기의 N극과 S극은 지구의 자전축과 위치가 다르며 매년 임의의 주기를 갖고 동서로 약간씩 이동한다.
- 지자기의 3요소
 - 편각(variation or declination) : 지리학상의 진북과 자기에 의한 북극인 자북에 따른 자오선들의 사이각
 - 북각(dip or inclination) : 지자기의 자력선이 수평면에 대해 갖는 경사각으로서, 적도에서는 거의 0° 에 가깝고 양극으로 갈수록 90° 에 가까워진다.
 - 수평분력(horizontal component) : 지자기 자력선의 수평성분으로 컴퍼스의 영구자석은 이 힘에 따라 회전위치가 정해진다.

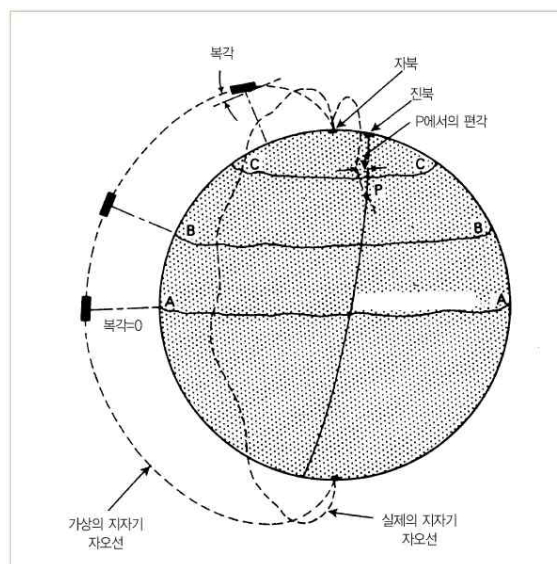


그림 7-7. 지자기

- 자차(deviation)

컴퍼스가 지자력 외에 수감부 주위의 자성체와 전기 기기에 의한 전류 등의 영향에 의하여 자북을 가리키지 못함으로써 발생하는 오차

- 진방위(true heading) = 자방위 + 편각
- 자방위(magnetic heading) = 나침방위 + 자차

- 자기 계기

- 나침반(magnetic compass)
- 마그네신 컴퍼스(magnesyn compass)
- 자이로신 컴퍼스(gyrosyn compass)

7.1.6 자이로 계기

- 자이로 : 자이로스코프(gyroscope)의 줄인 말로서 고속으로 회전하는 로터(rotor)를 말함
- 자이로계기 : 자이로를 사용하여 항공기의 자세, 회전각속도 또는 방위 등을 나타내는 계기

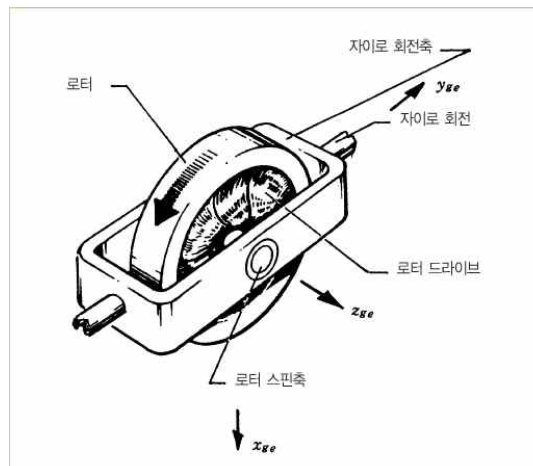


그림 7-11. 자이로의 원리

- 작동원리

그림 7-11과 같이 고속으로 회전하는 자이로의 회전축인 y-축에 대해 수직인 z-축 방향으로 힘을 가하면 토크가 발생하고 이 토크에 의해 자이로는 위에서 내려 볼 때 반시계 방향으로 회전한다.

(1) 선회경사계 (turn and bank indicator)

- 선회계

- 회전각속도에 따라 발생하는 토크를 그림 7-13에서와 같이 스프링과 감쇠기로 상쇄시켜 각속도에 비례하여 바늘이 회전하도록 구성되어 있다.
- 항공기가 요잉 운동을 하면 자이로 회전축에 요각속도가 발생되어 자이로 로터를 회전시키려는 토크를 만들어주고 이 토크는 스프링에 의해 제한되므로 각속도에 비례하는 만큼 바늘의 경사각도가 유지된다.

- 선회계의 눈금은 항공기가 360도 회전하는데 소요되는 시간을 표시하는 것으로 하나의 눈금은 소요시간 2분 또는 4분을 나타낸다.

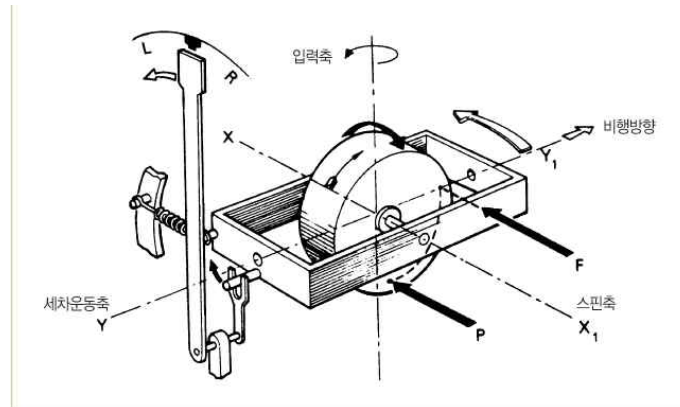


그림 7-13. 선회계의 원리

- 경사계

- 그림 7-14와 같이 원호로 된 유리관 안에 댐핑액을 채우고 그 속에 유리로 만들어진 구(ball)를 넣어서 항공기가 경사진 방향을 나타낸다.
- 어느 방향으로 선회하든 유리구가 경사계의 가운데 있어야 정상선회를 하는 것이므로 조종사는 유리구가 치우친 방향의 러더를 차서 유리구를 가운데 위치시키도록 해야 한다.

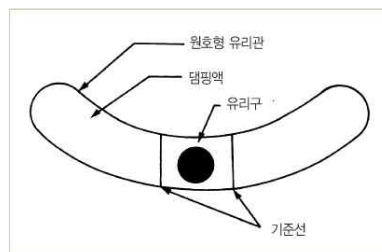


그림 7-14. 경사계

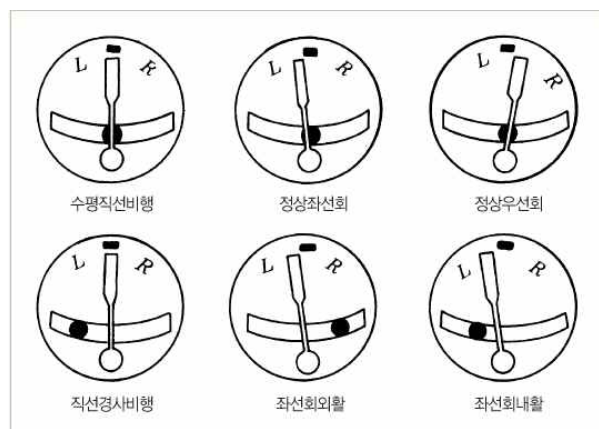


그림 7-15. 선회경사계의 지시

(2) 수평지시계 (gyro horizon indicator)

- 항공기의 피치각과 롤각을 동시에 나타내주는 계기
- 가운데 항공기를 나타내는 작은 표시가 있고 그 표시에 대하여 수평지시선이 아래나 위로 벗어나면 그 각도만큼 피치가 주어진 상태를 나타내며, 롤에 의한 경사각은 계기의 가장자리에 눈금으로 표시되어 있다.

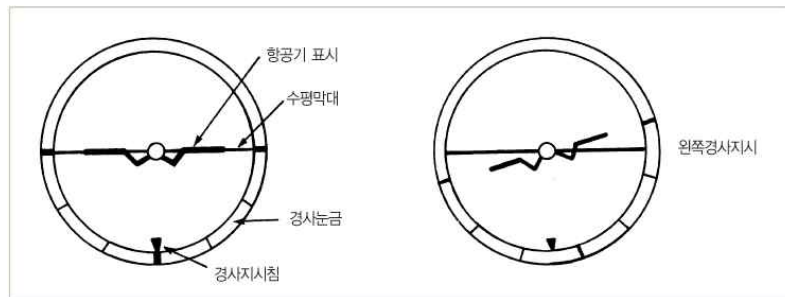


그림 7-16. 수평지시계의 표시

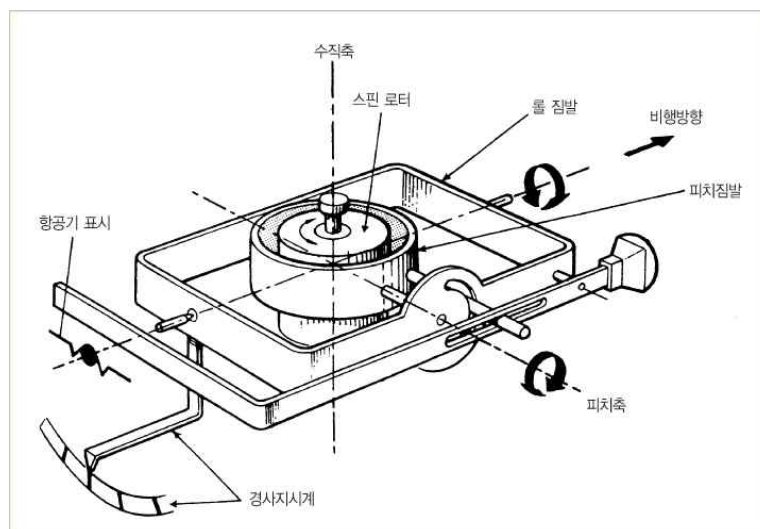


그림 7-17. 수평지시계의 구조

7.1.7 회전 계기 (tachometer 또는 RPM gauge)

- 왕복기관 : 크랭크축의 회전수를 rpm(revolution per minute) 단위로 나타냄.
- 제트기관 : 압축기의 회전수를 최대 출력 회전수의 백분율로 나타냄.

7.1.8 압력 계기

7.1.9 온도 계기

7.1.10 자기 동조 계기

7.1.11 경고 계통

7.2 전기 계통

7.3 유압 계통

7.4 객실 여압

7.5 공기 조화 계통