

선박용 안테나의 안정화 제어를 위한 센서 시스템의 구현

° 손 영대*, 김 태우**, 최 우진***, 이 준택****

* 동아대학교 대학원 전기공학과 석사과정 **동아대학교 대학원 전기공학과 박사과정 *** 삼양무선(주)

****동아대학교 전기·전자·컴퓨터 공학부 교수

Implementation of A Sensor System for the Stabilization Control of Ship Antenna

Son Young-Dae*, Kim Tae-Woo**, Choi Woo-Jin***, Lee Joon-Tark****

* Graduate Student, Dept of Electrical Engineering, Dong-A Univ. ** Ph.D Dept of Electrical Engineering, Dong-A Univ.

** SARACO Corp. **** Professor, Dept of Electric-Electronic-Computer Engineering, Dong-A Univ.

Abstract - In this paper, when we control Elevation Angle and Azimuth Angle of Antenna, intend to implement sensor system for stabilization control of antenna pedestral system because of wind in land, wave and external disturbances such as rolling, pitching, and yawing. Therefore, this sensor system is consist of Tilt Sensor for measuring absolute angle of rolling and pitching, Level Rate Sensor, Cross Level Rate Sensor, Azimuth Rate Sensor for controlling short_term azimuth angle and Flux Gate Sensor for measuring long_term azimuth angle.

1. 서론

최근, 위성 통신 설비에 있어서 위성의 위치를 정확히 파악하고 안테나 설비를 위성에 추종시키는 것은 필수적이다. 종래의 각측정 기법은 주로 위성에서 송출되는 Beacon에 의해 안테나의 위치를 최대수신전력 지점으로 조정하여, 각도를 판독하는 것이다. 그러나, 이는 단일 평면 상에서 이동하게 되어 오차가 커질 수 있으며, 국부적인 최대치로 조정될 수 있는 결점이 있다. 또한, 레이더 원리를 응용한 이중 평면 각도 측정 방법은 다중 피드 혼(Feed Horn)에 의한 모노 펄스 방식이 제안되고 있으나, 고가이며 외란이 심한 선박용으로는 부적합하다. 따라서, 본 연구에서 선박용 안테나에서는 안테나의 양각과 방위각을 제어함에 있어 지상에서의 바람, 파도 및 기타 외부외란(Rolling, Pitching, Yawing)등이 문제가 되므로, 위성에 정확히 추종시키는 안정화 제어를 위한 센서 시스템을 구현하고자 한다.

관성 각속도 센서(Rate Sensor)와 2축 분할 경사센서(Tilt Sensor)를 갖는 2개의 독립된 서보 시스템에 의해 레벨 및 크로스 레벨 안

정화를 구현하고, 구체적으로 자북센서(Flux Gate Sensor)로부터 얻어지는 장기간의 방위각과 관성 각속도 센서로부터 얻어지는 단기간의 방위각 제어용 데이터를 이용한 하이브리드 타입의 페루프 서보 제어 시스템에 의해 Yaw축이 안정화되어질 것이다. 그리고, 먼저 각종 센서를 통한 Data 취득 및 분석이 이루어진 다음에 실제 안테나(Inmarsat-M형)에 적용하여 제어특성을 실시간(Real Time)에서 비교, 분석하고자 한다.

2. 안테나의 센서시스템의 구조도

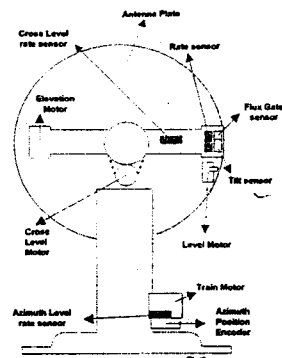


Fig 1. Schematic Diagram of Antenna Stabilized System

그림 1에 나타난 개발될 안테나 안정화 제어 시스템은 안테나에 설치된 통신용 전자 장치에서 제외시킬 수 있는 INMARSAT-M형의 완전한 외장형 장비에 해당된다. 주요한 특성 중의 하나는 배가 $\pm 40^\circ$ 의 진폭으로 비교적 크게 움직이는 Rolling 및 Pitching에도 적용할 수 있다는 것이다. 트롤리 어선이나 항해용 보트와 같은 소형 선박은 $\pm 25^\circ$ 의 롤링이 빈번하게 초래된다. 이런 류의 선박에서는 통

신기능이 정지되므로 $\pm 25^\circ$ 이상의 Rolling 운동에 적용하지 못하고 불안정하게 된다. 그러나, 개발될 시스템의 형상은 그림 1과 같으며, 고유의 방위각이 기준 평균치를 유지하도록 하였으므로 자이로 콤파스가 없는 소형 선박에도 장착할 수 있다. 개발될 시스템은 안테나, 안정화된 축받이, 일체형 자기 선두 기준, 축받이 유닛(PCU)로 구성된다. 일체의 PCU는 데크 아래에 장착되어 RS 422통신선과 링크되어 있으며, 디플렉서와 LNA, PA 및 주파수 변환기 등과 같은 전자 장치가 실장될 수 있게 할 것이다.

3. 센서 시스템

3.1 각속도 센서

각속도 센서는 선박의 롤링(Rolling), 피칭(Pitching), 요잉(Yawing)의 각속도를 측정하여 각 축의 전동기를 구동시킨다.

각속도를 감지하기 위한 진동수정소리 급쇠를 이용하는 센서이다. Coriolis effect를 사용함으로써 센서의 축을 중심으로한 회전 운동이 발생하면, 회전 속도에 비례하는 DC전압이 유기된다. 센서는 초소형의 2중면 수정소리급쇠와 이를 지지하는 구조로 구성되어 있으며, 단결정 압전수정의 하나의 웨이퍼로부터 이 모든 것들은 화학적으로 제작되어진다. 압전수정의 사용은 물질적으로 활성 요소를 간결화 시키며, 그결과 시간과 온도에 대한 안정성이 높아지게 되며, 높은 주파수에서 센서의 활성 부분인 구동편이 서로 멀어졌다 가까워졌다하게 하는 정밀 진폭의 오실레이터 회로(osillator circuit)에 의해 구동된다. 그림 2는 각속도 센서의 동작원리를 나타낸다.

$$F = 2m \times W_i \times V,$$

여기서, F : 코리올리력, m : 각 구동편의 질량
 V : 순시 시선속도 W_i : 입력 속도

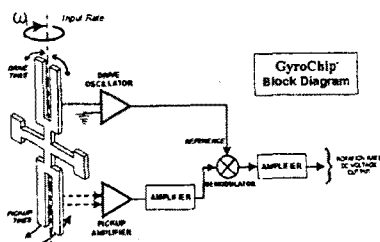


Fig 2. Operation Principle of Gyro Rate Sensor

3.2 자북 센서

자북 센서는 선박의 방위각을 측정하는 센서로서, 선박의 선회 측, 진북점 변화에 따른 센서이다. 이는 가동부가 없으며, 종래의 센서와는 달리 진동에 중속되지 않으며, 회전시 회복 시간 또한 0이며, 지침의 이동 시간이 없으며, 멈출 때에도 스윙이 발생하지 않는다. 물론, 자계의 방향을 표시하기 위해 기계적인 기술을 사용한 콤파스라며, 정확한 값을 표시하는 데 시간이 걸린다. 그러나, 자북 센서 자체의 응답은 빠르며, 진동에 영향을 거의 받지 않는다.

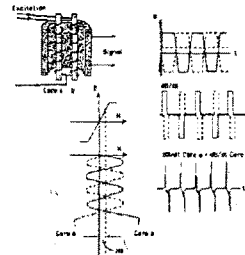


Fig 3. Idealized waveforms for a fluxgate sensor

그림 3은 자북센서의 이상적인 파형이다. 정현 및 여현의 두 권선은 각기 90° 의 각도로 토로이드 바깥을 둘러싼 모양으로 감겨 있다. 정현 및 여현권선에 걸리는 전압은 국부 자계의 세기와 방향을 지시한다. 센서가 북쪽으로 향하면 정현 권선의 출력은 0가 되고, 여현 권선의 출력은 최대가 된다. 또한 콤파스가 동쪽으로 회전하면 정현 출력은 최대로 될 것이며, 여현 출력은 0가 될 것이다.

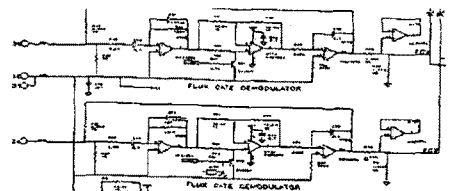


Fig 4. Flux Gate Demodulator

그림 4는 안테나 PCU에서 자북센서의 Demodulator이다.

3.3 경사 센서

선박의 롤링(Rolling)과 피칭(Pitching)의 절대 각도를 측정하기 위한 센서이다. 하나의 경사센서에서 X, Y 두 개의 수직인 기울기가 출력되므로 두 개의 각속도 센서(Level, Crosslevel)와 하나의 경사센서를 이 시스템에서는 사용되어진다.

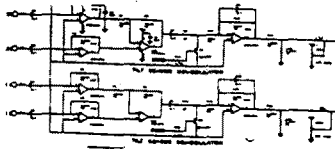


Fig 5. Tilt Sensor Demodulator

그림 5는 안테나 PCU에서 경사 센서의 Demodulator이다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 각속도 센서

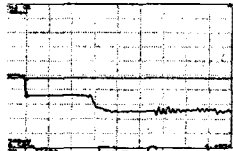
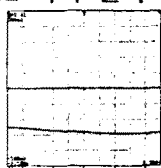


Fig 6.

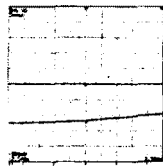
* Voltage : 100 mV/div Time : 500 ms/div

여기서, 각속도 센서의 초기전압은 150mV/div 이고 동작전압은 250mV/div이다.

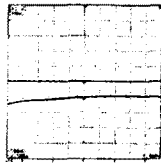
4.2 자북 센서



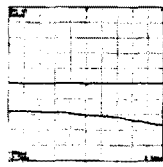
(a) North→East



(b) East→South



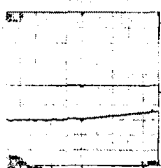
(c) South→West



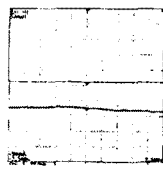
(d) West→North

Fig 7. Cosine Winding

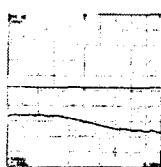
* Voltage : 100 mV/div Time : 500 ms/div



(a) North→East



(b) East→South



(c) South→West

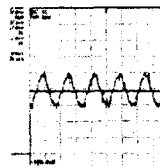


(d) West→North

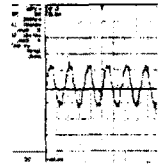
Fig 8. Sine Winding

* Voltage : 100 mV/div Time : 500 ms/div

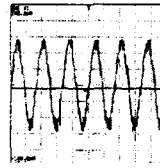
4.3 경사 센서



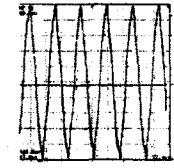
(a) Slope : 0 degree



(b) Slope : 30 degree



(c) Slope : 60 degree

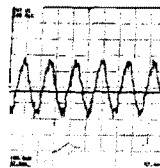


(d) Slope : 90 degree

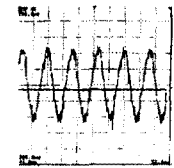
Fig 9. Level Positive

* Voltage : 20mV/div

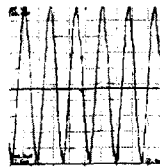
Time : 10ms/div



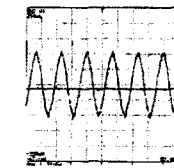
(a) Slope : 0 degree



(b) Slope : 10 degree



(c) Slope : 20 degree



(d) Slope : 25 degree

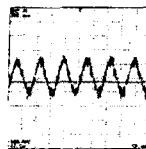
Fig 10. Level Negative

* (a)~(c) ⇒ Voltage : 20mV/div

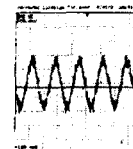
Time : 10ms/div

(d) ⇒ Voltage : 50mV/div

Time : 10ms/div



(a) Slope : 0 degree



(b) Slope : 20 degree

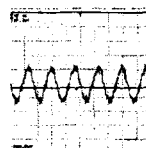


(c) Slope : 40 degree

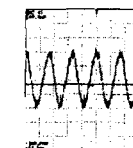
Fig 11. Cross Level Positive

* Voltage : 20mV/div

Time : 10ms/div



(a) Slope : 0 degree



(b) Slope : 20 degree



(c) Slope : 40 degree

Fig 12. Cross Level Negative

* Voltage : 20mV/div

Time : 10ms/div

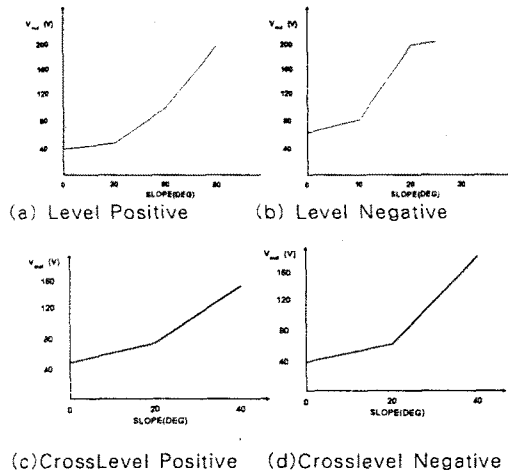


Fig 13. Tilt Sensor Output Graph

5. 결론

본 논문에서는 선박용 안테나 시스템의 구축을 위한 센서 시스템(Rate, Flux Gate, Tilt)을 설계하여 각 센서의 기본적인 특성, Date 취득, 분석을 수행하고 실제 안테나(Inmarsat-M형)에 적용하여 실시간(Real Time)에서 비교, 분석하였다. 차후 이를 제어하기 위한 알고리즘으로는 외란에 강인한 퍼지 및 신경회로망 등의 지능이론을 응용할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Harvey, P.R., "The CREES Langmuir Probe and Fluxgate Magnetometer Instruments," Air Force Geophysics Lab., AFGL-TR-88-0163, Hanscom AFB, MA, May 1989
- [2] Anderson, R. R., Gurnett, D. A., and Odem, D.L., "The CREES Plasma Wave Experiment-AFGL701-15 Passive Plasma Sounder and AFGL 701-13-2 Search Coil Magnetometer," Journal of Spacecraft and Rockets, Vol.29, No.4, 1992, pp. 570-573
- [3] The Engineering Staff of AEL, Antenna System, AFL Industries Inc., pp. 3-8-3-13, 1977.
- [4] John M. Smith, "Architecture of INMARSAT Standard-A ship earthStation", IEE, 3rd International Conference on Satellite Systems for, June 1983, pp 90~94.