

태양전파관측시스템 2.8GHz 태양전파 수신기 개발

2006.11 ~ 2007.04

(주)에스이티시스템

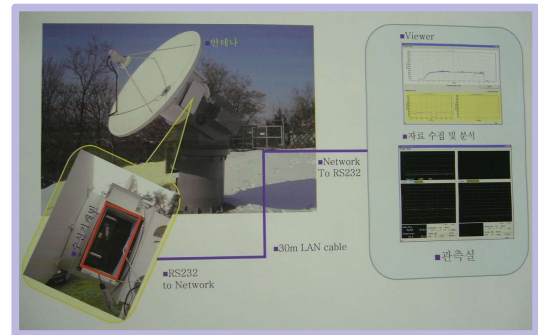
1. 2.8GHz 태양 절대 플럭스 수신기 개요

태양의 모든 면에 존재하는 모든 전파원으로부터 방출되는 10.7cm 파장대의 복사의 합을 측정하는 것이 10.7cm(2.8GHz) 태양 플럭스이다. 이 파장대는 모드 열적 복사에 해당되기 때문에 태양 활동 영역의 자기장에 속박되어 있는 플라즈마의 양과 집적적인 연관성을 가지고 있으며, 태양 표면 활동 영역의 총자기 플럭스 값과 비례관계를 보인다. 따라서 10.7cm 태양 플럭스는 태양 활동 현상을 지상에서 관측하여 수치화할 수 있는 중요한 지표 중의 하나라고 할 수 있다.

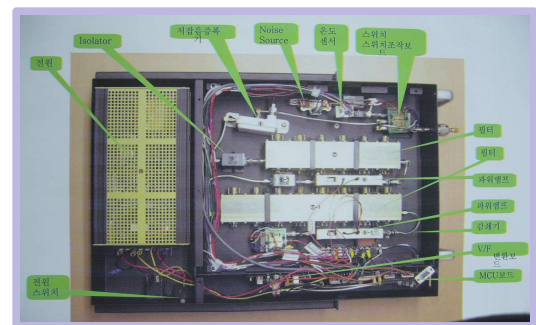
10.7cm 파장대의 태양 플럭스 관측은 2차 세계 대전 후에 군용 레이더 장비를 활용하여 캐나다에서 시작되었고 1947년부터 현재까지 60년에 걸친 자료가 축적되어 있는 최고의 태양활동 지표 중의 하나라고 할 수 있다. 현재는 일본 등 여러 국가에서 10.7cm 태양 플럭스를 지속적으로 관측하여 우주환경의 변화를 살펴보는 지표로 활용하고 있다.

정보통신부 전파연구소는 우주전파환경 관측을 위하여 지자기 측정기, 전리층 관측기, 태양 전파 망원경 등 다양한 관측 시설을 운영하고 있으며, 2007년부터 10.7cm 파장대에서의 절대 플럭스 관측 장비를 신규로 설치하여 운영해 오고 있다. 본 개발 사업에서는 전파연구소에서 운영하고 있는 10.7cm 태양 전파 관측 장비를 위해 개발된 수신기의 하드웨어 특성과 관측된 자료의 분석에 대해 살펴보고 이 관측 값을 캐나다 및 일본의 관측 값과 비교하여 그 특성을 논의 해 보고자 한다.

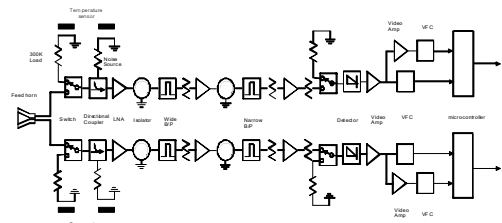
2. 시스템구성



2.8GHz 태양 절대 플럭스 수신 시스템



수신기 시스템 내부 구조



수신기 블록 다이어그램

3. 절대 플럭스 계산

태양 전파의 절대량은 (1)출력을 정확히 알고 있는 잡음원(noise source)과 (2)이론적으로 구경 효율이 잘 예측되는 피라미드 혼 안테나를 이용하여 계산하였다.

$$\begin{aligned} P_{sun} &= G_R[e^{-\tau}(T_{sun} + T_{bg}) + (1 - e^{-\tau})T_{cable} + T_{rx}] \\ P_{noise} &= G_R(T_{noise} + T_{rx}) \\ P_{amb} &= G_R(T_{amb} + T_{rx}) \end{aligned}$$

$P_{sun}, P_{noise}, P_{amb}$: 수신기 최종단 측정 전력 값

T_{sun} : 태양 전파 플럭스에 의한 안테나 온도

T_{noise} : 잡음원의 온도

T_{rx} : 수신기 잡음 온도

T_{bg} : 배경 잡음 온도

G_R : 수신기 후단의 이득

$e^{-\tau}$: 안테나에서 수신기까지의 손실

위와 같이 세 가지의 측정을 하고 따로 케이블의 손실을 측정하면 T_{sun} 을 구할 수 있다. 피라미드 혼(P)과 1.8미터 안테나로 동시에 태양을 관측하면

$$S = \frac{2kT_{sun}}{A_e} = \frac{2kT_{sun}(p)}{A_e(p)}$$

이다.

피라미드 혼의 A_e 는 이론적으로 구할 수 있으므로 ($A_e = 0.55A_p$), 1.8미터 안테나의 구경 효율을 구할 수 있다.

그 값은 $\frac{A_e}{A_p} = 0.5 \sim 0.6$ 으로 측정되었다. 피라미드 혼 안테나는 남중 근처에서만 사용할 수 있다. 다른 시간대에서는 피라미드 혼 안테나와 비교 관측을 통해 구한 1.8미터 안테나의 구경효율을 이용하여 태양 전파 플럭스 S 를 구하였다.

$$T_{sun} = \frac{A_e}{2k \int P(n)B(n)d\Omega} = \frac{A_e}{2kS}$$

S : 태양 전파 플럭스

$P(n)$: 안테나 빔 패턴

$B(n)$: 태양의 밝기(specific intensity)

측정 결과는 다음과 같다.

규격	범위
중심 주파수	2837MHz
대역폭	10MHz
이득	약 70dB
잡음 온도	약 100 K

4. 관측

- 태양 고도 10도 이상에서 관측 시작
- 잡음원 약 10분에 한번씩, 태양은 10초에 한번 씩 측정
- 배경 하늘은 1시간 간격으로 약 5분간 측정



GUI 프로그램의 전체화면

5. 결론

- 2007년 8월 이후 정기적인 관측 수행
- 일본 HIRAISSO 자료와 비교 시 그 동안 태양 플럭스의 변화가 적어 offset 값을 보기에 충분하지 않고 측정된 플럭스 값은 대략 (전파연구소)/(HIRAISSO) = 0.81의 비율을 보여주고 있음
- 불일치의 원인을 찾기 위한 조절 부분
 1. 대기 온도에 의한 잡음원의 출력 보정
 2. 초단의 LNA 특성 확인
- 향후 장기간의 데이터가 축적되면 일본의 자료와 통계적인 비교 수행 예정