

선박기지국 응용을 위한 800MHz 대역 중계기용 안테나 설계

김갑기*

*목포해양대학교 전자통신공학부

The Design of 800MHz Band Repeater Antenna for Ship Base Station Application

Kab-Ki Kim*

*Division of Maritime Electronic and Communication Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 본 논문에서는 800MHz대역의 TRS(Trunked Radio System)대역을 비롯한, GSM(Global System for Mobile telecommunication), CDMA(Code Division Multiple Access)대역을 통합할 수 있는 광대역 마이크로스트립 안테나를 설계하고자 한다. 선박 및 해상 안전에 상용 가능한 선박 기지국 중계기용 안테나를 설계하였다. 마이크로 스트립 안테나의 협대역을 개선하기 위해서 직사각형 패치에 L형 급전구조를 갖으며, 평행 L-슬롯을 추가하여 이중 공진 효과를 이용하였다. 또한 이득의 개선을 위해 수직으로 적층 하였다. 설계된 안테나의 주파수 대역폭(VSWR 2:1)은 748MHz~1.04GHz로 292MHz(36%)의 양호한 특성을 보였으며, 또한 E-평면과 H-평면 모두 이득은 6.4dBi 이상, 3dB 빔폭은 E-평면 44.7°와 H-평면 61.8°이상의 개선된 특성을 보였다.

핵심어 : L-슬롯, 광대역, TRS, GSM, CDMA, L형 급전

ABSTRACT : In this paper, we have designed microstrip antenna of 800[MHz] band. It will be able to integrate TRS(Trunked Radio System), GSM(Global System for Mobile telecommunication) band including the CDMA(Code Division Multiple Access) band. we designed repeater and a base station antenna which is possible at the ship and marine of safety. It is improves a narrow bandwidth problem of microstrip antenna. It had L-shaped feeding structure at a rectangular patch and added the parallel L-slot that used a duplex resonance effect. Also for the improvement of profit the stack with the perpendicular. Designed frequency bandwidth(VSWR 2:1) of the antenna showed good characteristic of 789~1046[MHz] to 292[MHz](36%). Also the E-plan and H-plan all profit 6.4[dBi] above, the 3[dB] beam width showed the characteristic over the E-plan 44.7° and H-plan 61.8° to be improved.

KEY WORDS : L-Slot, Broadband, TRS, GSM, CDMA, L-Shaped

1. 서 론

최근의 이동통신은 화상을 비롯한 정보량이 많은 다양한 미디어들의 급속한 변화가 이루어지고 있다. 이에 따라 통신 시스템이 광대역화 되어지고, 하나의 통신장비로 여러 가지 통신 서비스를 제공받을 수 있는 통신장비의 개발과 이를 뒷받침하기 위한 이중대역 혹은 광대역에서 동작할 수 있는 안테나 개발이 요구되고 있다.

현재 사용되어지고 있는 선박용 중계기 및 기지국용 안테나는 주로 다이폴 구조와 마이크로스트립 구조가 사용되어지고 있다. 그중 마이크로스트립 구조의 안테나는 제작이 용이하고 대량생산이 가능하며 견고하고 또한 가격도 저렴하며 부피가 작고 가볍다는 장점을 갖는 반면에 좁은 대역폭과 낮은 효율을 갖는 단점이 있다(Ramesh et al, 2001).

따라서 대역폭이 좁다는 단점을 개선하기 위해 최근 들어 낮은 유전체 기판을 사용(Targonski 와 Waterhouse, 1996)하거나 적층구조 방식(Naftalli, 1998) 및 급전방식의 변화(Lee 등, 1997) 그리고 방사패치에 여러 가지 형태의 Slot을 삽입(Pozar,

1986) 하는 등의 방법을 사용하여 광대역화 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 다양한 급전 방식이 제시되고 있다 (Kim et al, 2000; Kirsching et al, 1981).

본 논문에서는 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭 문제를 개선하고, TRS(Trunked Radio System), GSM(Global System for Mobile telecommunication), 그리고 CDMA(Code Division Multiple Access)대역을 통합하는 선박 중계기 및 기지국 안테나 응용을 위한 광대역안테나를 설계하고자한다. 안테나의 대역폭을 개선하기 위해서 첫 번째 L자 형태의 급전구조를 이용하였으며, 직사각형 패치에 평행 L-슬롯을 추가하여 이중 공진 효과를 이용하였다.

2. 안테나 설계 이론

사각 패치 안테나의 설계에 있어서 공진패치의 길이 L은 공진주파수를 결정하는 요소이며, 공진패치의 폭 W는 임피던스 대역폭과 입력 임피던스에 영향을 준다. 또한 공진패치의 내부에 존재하는 TM_{01} 와 그 이상의 고차모드의 공진주파수에 영향

* 정 회원, microkim@mmu.ac.kr 061)240-7119

을 준다. TM_{01} 모드의 공진주파수 대역에서 고차모드의 발생을 억제하기 위한 공진패치의 폭 W 는 $\lambda/2$ 와 λ 사이의 값이어야만 한다.

그림 1은 사각 패치 안테나의 기본구조이다.

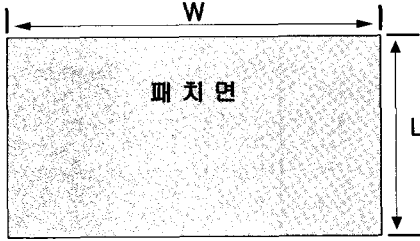


Fig. 1. Structure of rectangular patch.

마이크로스트립 패치 안테나를 최적화하기 전에 먼저 사각형 구조의 마이크로스트립 패치 안테나를 최적화 하여야 한다.

공진패치의 길이와 폭이 유한하기 때문에 공진패치 가장자리에서의 계는 프린징이 발생하게 된다. 폭에 대해서도 동일하게 적용한다. 총 프린징 효과는 공진패치의 크기와 기판높이의 함수이다.

즉, 기본 E-평면에서 기판의 높이 h 에 대한 길이 L 의 비 L/h 와 기판의 유전율 ϵ_r 의 함수이다. 마이크로스트립 안테나에서는 $L/h \gg 1$ 이므로 프린징 효과가 적지만 프린징 효과는 안테나의 공진주파수에 영향을 주기 때문에 고려해야 한다. 프린징과 전파 전파를 계산하기 위하여 실효 유전율을 도입하면 실효유전율 ϵ_{re} 은 $W/h > 1$ 인 경우, 식 (1)로 나타낼 수 있으며,

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W} \right)^{-1/2} \quad (1)$$

프린징 효과 때문에 마이크로스트립 안테나의 공진패치는 물리적인 크기보다 전기적으로 더 큰 것처럼 보인다. 기본 E-평면(x-y평면)에서, 길이에 대한 공진패치 크기는 각 종단에서 거리 Δl 만큼 확장 되었고, Δl 은 실효 유전율 ϵ_{re} 과 폭과 높이의 비(W/h)의 함수이다. 정규화 된 확장 길이에 대한 대략적인 관계에서 Δl 은 Hammerstad 실험식으로 프린징 필드에 의한 확장효과(Jim, 2002)이며 식 (2)과 같다.

$$\Delta l = 0.412 \frac{(\epsilon_{re} + 0.3)(W/h + 0.264)}{(\epsilon_{re} - 0.258)(W/h + 0.8)} \quad (2)$$

따라서 실효유전율 ϵ_{re} 과 선로확장 Δl 에 의해 방사체 길이 L 은 식 (3)와 같이 된다.

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{re}}} - 2\Delta l \quad (3)$$

사각형 공진패치의 경우 길이 L 은 일반적으로 $\lambda/3 < L < \lambda/2$ 이다.

마이크로스트립 패치 안테나의 공진주파수 f_r 은 식 (4)로 나타낼 수 있다.

$$f_r = \frac{c}{2(L + 2\Delta l) \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (4)$$

공진주파수는 안테나 소자의 전기적인 길이 ($L + \Delta l$), 실효 유전율과 기판의 두께에 관계가 있지만 주로 길이에 의해 결정된다.

마이크로스트립 패치 안테나의 단점인 협대역 특성을 개선하기 위하여 최근에 방사패치에 슬롯을 삽입하는 방법이 이용되고 있다.

슬롯 안테나는 방사패치 내에 슬롯을 파낸 구조로서 슬롯 자체의 공진과 사각형 패치의 공진 특성이 서로 결합하여 광대역 특성을 나타내며, 또한 슬롯에 의한 캐패시터 성분의 증가는 프로브에 의한 인덕턴스 성분의 보상으로 대역폭 확장이 이루어지게 된다.

마이크로스트립 안테나의 공진패치에 사용되는 슬롯의 기능을 보면 길이 방향의 슬롯은 기본 모드의 전류 분포를 변화시킴으로서 인접 주파수에서 공진을 만들어 대역폭을 넓히는 역할을 한다. 이럴 경우 의도하지 않은 폭 방향의 전류 흐름이 생겨 교차 편파를 증가시키는데 이러한 영향을 최소화하기 위해서 폭 방향의 슬롯을 만들어주게 된다(Jim, 2002).

평행 L-슬롯 구조는 비교적 설계 변수로 슬롯의 삽입이 용이하면서도 쉽게 광대역 효과를 이룰 수 있는데, 평행 L-슬롯 구조에 슬롯의 구조를 제안하여 변수를 지정하고 최적화하였다.

마이크로스트립라인의 단점인 협대역 특성을 보완하기 위해 L자 형태의 급전 방식을 사용하였는데, L자 형태의 급전구조는 구조가 간단하고 각종 이동통신을 위한 기지국용 안테나로서 좋은 특성을 보인다(Guo et al, 2001).

아래 그림 2는 L자 형태의 급전구조를 갖는 마이크로스트립 패치 안테나에 적용을 한 구조이다.

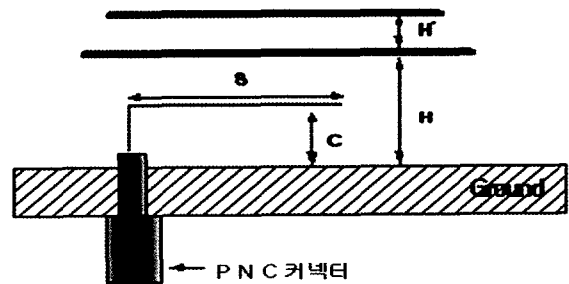


Fig. 2. Structure of a stacked Antenna.

그림에서의 S 는 급전선의 길이이며, C 는 급전선과 그라운드 간의 간격으로써, S 와 C 의 각 파라미터의 변화에 따른 특성을 살펴보면 다음 그림 3, 4와 같다.

선박기지국 응용을 위한 800MHz 대역 중계기용 안테나 설계

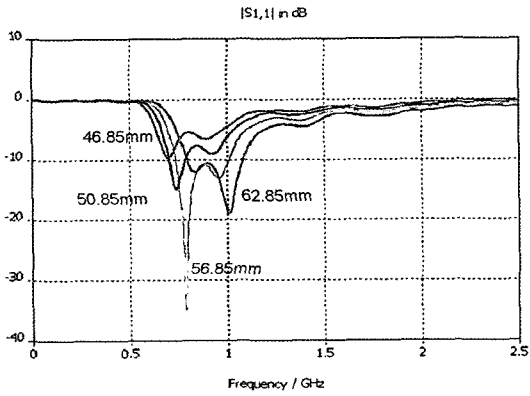


Fig. 3. S11 characteristics with different variable (s).

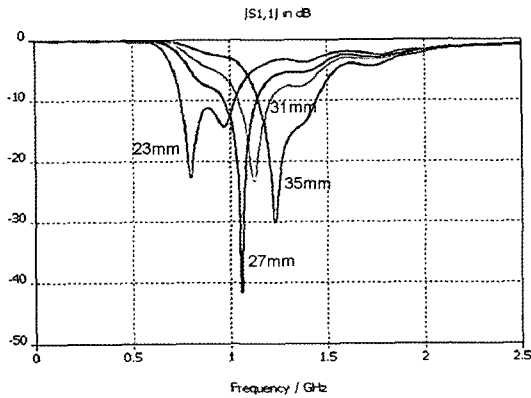


Fig. 4. S11 characteristics with different variable (c).

시뮬레이션 결과 S는 56.85mm, C는 23mm로 800MHz 대역에서 가장 양호한 특성을 나타냄을 알 수 있다.

3. 평행 L-슬롯 안테나 설계 및 특성 결과

본 논문에서는 TRS, GSM, CDMA대역을 하나로 통합할 수 있는 광대역 안테나를 설계하고자 하며, 표 1에서 안테나의 설계목표를 나타내었다.

Table 1. Design specifications of the antenna for the each application

	TRS	GSM	CDMA	선박용중계기
주파수	806~867MHz	890~960MHz	824~894MHz	824~894MHz
대역폭	61MHz	70MHz	70MHz	70MHz
VSWR	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 1.5
이득	$\geq 6\text{dBi}$	$\geq 6\text{dBi}$	$\geq 6\text{dBi}$	$\geq 6\text{dB}$
3dB빔폭	$\geq 30\text{ deg}$	$\geq 30\text{ deg}$	$\geq 30\text{ deg}$	$\geq 30\text{ deg}$

대역폭과 이득을 개선하기 위하여 평행 L-슬롯을 삽입하고, 안테나에 기생패치를 한단 더 적응하는 구조를 설계 하고자 한다. 시뮬레이션은 CST사의 Micro wave studio 5.0을 사용하였으며, 최적화된 각 변수들의 값은 다음과 같다. 방사 패치의 폭과 길이는 $W=171\text{mm}$, $L=124.5\text{mm}$, 기생패치의 폭과 길이는 $W=120\text{mm}$, $L=106\text{mm}$, Ground의 폭과 길이는 $W=320\text{mm}$, $L=220\text{mm}$ 이며, 급전선로의 길이와 높이는 $S=56.85\text{mm}$, $C=23\text{mm}$ 을 알 수 있었다. 그림 5는 최적화 된 변수들을 가지고 나타낸 안테나의 구조이며, 그림 6은 최적화된 안테나의 반사손실 결과를 보여 주고 있다.

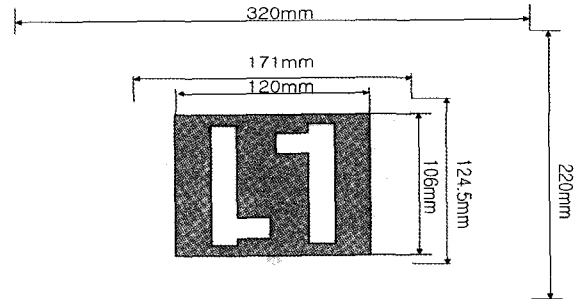


Fig. 5. A front view of the designed Antenna.

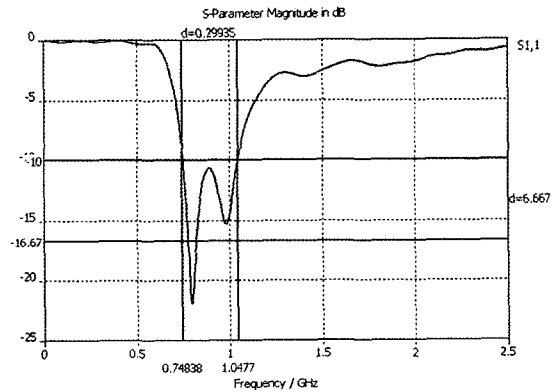


Fig. 6. Simulated return-loss characteristics.

설계된 L형 급전안테나의 동작 주파수로서는 748MHz~1.04GHz까지 36%(292MHz)을 나타내며, 입력 반사 손실은 -22dB로 결과가 산출되었다. 이득은 E-평면에서 44.7°, H-평면 61.8° 이상의 특성을 나타내었다.

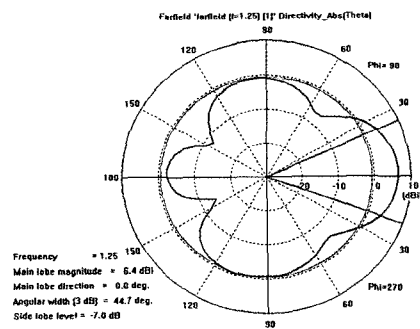


Fig. 7. The radiation pattern of the E-Plane.

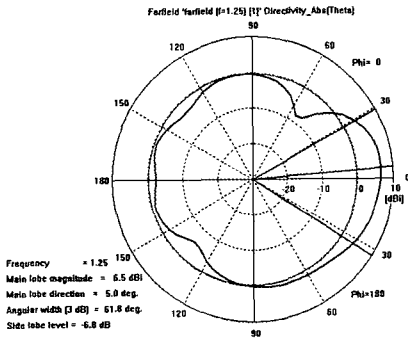


Fig. 8. The radiation pattern of the H-Plane.

4. 결론

본 논문에서는 800MHz 대역 선박용 중계기 및 기지국용 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 마이크로스트립 안테나의 좁은 대역폭을 개선하여 TRS 대역을 비롯하여 GSM, CDMA 대역을 모두 포함하는 광대역, 고 이득 안테나를 설계하였다. 안테나의 대역폭을 개선하기 위해 L자 형태의 급전구조를 이용하였으며, 직사각형 패치에 평행 L-슬롯 구조를 이용하여 이중 공진 효과를 이용하였으며, 패치를 한단 더 적응한 안테나를 설계하였다. 그 결과 설계된 안테나의 동작 주파수는 748MHz~1.04GHz로 대역폭이 292MHz(36%)를 나타내었다. 또한 E평면에서 6.4dBi, H평면에서 6.5dBi 이상의 양호한 이득을 나타내었으며, 3dB 빔폭은 E-평면에서 44.7°, H-평면에서 61.8° 이상의 특성을 나타내었다. 설계된 이 안테나는 CDMA대역을 비롯하여 TRS, GSM 대역을 사용하는 해상, 선박용 중계기 및 기지국용 안테나로 충분히 활용 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] Guo Y. X., K. M. Luk, and K. F. Lee(2001), "Analysis and design of L-probe proximity fed patch antenna", IEEE Transactions On Antennas and Propagation, vol. 49, no. 2. pp. 2.
 [2] Jim Geier(2002), wireless lans, Sams. pp. 53-54.
 [3] Kim M. K. , K. Kim, Y. H. Suh, and I. Park(2000), "A T-shaped microstrip-line-fed wide slot antenna", IEEE AP-S International Symp. Digest, Salt Lake, pp. 1500-1503.
 [4] Kirsching M. , Jansen and N. Koster(1981), "Accurate model for open end effect of microstrip lines," Elecron. Lett., Vol. 17, pp. 123-125.
 [5] Lee K. F. K. M. Luk F. Tong. S. M. Shum. T. Huynh, and R. O. Lee(1997), "Experimental and

simulation studies of the coaxially fed U-slot rectangular patch antenna," IEEE proc, Vol. 144, pp. 354-358.
 [6] Naftall Herscovici(1998), "A wide-band single-layer patch antenna", IEEE AP-S, Atlanta, Georgia. pp. 1108-1111.
 [7] Pozar D. M.(1986), "Reciprocity method of analysis for printed slot and slot coupled microstrip antennas", IEEE Trans. Antennas Prop., Vol. 34, pp. 1439-1446.
 [8] Ramesh. Garg, Prkash. Blartia, Inder. Bahl, Apisak. Ittipiboon(2001), Microstrip Antenna Design Handbook, Atrech House, PP. 2-3.
 [9] Targonski S. D. and R. B. Waterhouse.(1996), "An Aperture Coupled Stacked Patch Antenna with 50% Bnadwith", IEEE AP-S. pp. 2.

원고접수일 : 2007년 08월 28일

원고채택일 : 2007년 09월 06일