

소형화된 듀얼 주파수 FM 송신기 개발

(Development of miniaturized dual-frequency FM transmitter)

류 정 탁*

(Jeong Tak Ryu)

요 약 본 논문에서는 소형화된 듀얼 주파수 FM 송신기의 개발과 현장에서의 실험 결과를 보여주고 있다. 개발된 시스템의 크기는 2.6 cm × 2.6 cm × 2.6 cm 이다. 사용주파수는 88.1 MHz 과 88.3 MHz를 사용하였다. 시스템의 동작 전원은 3.7 V로 전원 공급은 한번 충전에 7시간 사용할 수 있는 내장 배터리를 사용하였다. 전송 주파수의 채널 분리도는 40dB이다. 현장에서의 실험 결과 3m 이내의 공간에서 전파 특성이 안정적이며 이는 개발 제품이 원하는 사용 범위에 속한다.

핵심주제어 : 듀얼 주파수, FM 송신기, 내장 안테나 및 배터리

Abstract In this paper, the miniaturized FM transmitter with dual-frequency is developed, and tested in the field. In this system two frequencies 88.1 MHz and 88.3 MHz is used. The transmitter is designed with 2.6 cm³ system size, horizontal, vertical, height respectively. The operating voltage is 3.7 V and used the built-in storage battery in order to minimize. The system can use continuously during 7 hour with once charging. The channel separation ability is 40 dB. Consequently, this system is used conveniently with short distance information transmitter system at the industry field.

Key Words : Dual-frequency, FM transmitter, built-in storage battery, an channel separation ability

1. 서 론

유비쿼터스 정보시대가 탄력을 받으면서 휴대형 모바일 기기가 급속하게 발전하고 있으며 이들 기기들로부터 정보를 받아 전달하는 기술은 필수적인 요소가 되고 있다[1-3]. 다양한 모바일 기기들은 각각의 단독 제품으로도 광대한 시장을 형성하고 있는 것으로 분석되고 있으며, 이러한 관련 제품 또한 무한한 시장성이 있다고 판단된다. 모바일 관련 기술 중에서 오디오 기능은 모바일 기기에서 가장 일반적으로 사

용되고 있으며[4], 없어서는 안 될 필수 불가결한 기능이다[5,6]. 즉, 때로는 개개인이 모바일 기기에 가지고 있는 음원 정보를 자유롭게 공유하기 위해서는 근거리 무선 통신 기술은 매우 중요한 기능이라 할 수 있다.

이러한 중요성 때문인지 국내외에서는 FM 송신을 위한 기기들이 많이 출시되어 있다. 그러나 크기나 디자인 및 성능 면에서 다소 떨어지고 부족한 부분이 많이 있는 것으로 판단된다. 국내 제품의 경우, 대부분 동일한 성능, 구조 등으로 기존의 제품을 모방하는 정도의 수준에서 개발되어 판매가 되고 있는 실정이다. 또한 무선 오디오신호 전송을 위한 수신기 및 FM

* 대구대학교 전자공학부 교수, 제1저자

transmitter의 통합 칩 개발에도 많은 관심을 가지고 연구가 행해지고 있다[7-12].

미래 개발되어야 할 휴대용 기기들의 가장 중요한 관점은 기능을 저하시키지 않고 크기를 축소시키는 것이다. 차량의 전원인 12V를 이용하는 현재 제품의 경우 차량공간의 장소를 떠나서는 전원의 문제 때문에 사용할 수 없다. 또한 시중에 판매되고 있는 일반 건전지를 전원으로 사용하는 제품의 경우 이동이 용이하다는 장점이 있으나 건전지의 크기로 인하여 소형화에 문제가 있다. FM 송신 시스템 제품의 소형화 단계에서 문제가 되는 것은 전원부 뿐만이 아니다. 정보를 송신하는 안테나부도 매우 중요하다. 이것은 시스템 소형화의 또 다른 문제점이 된다. 따라서 시스템의 소형화를 위하여 본 논문에서는 안테나를 제품 내에 내장시키는 기술과 동시에 공급 전원이 별도로 필요한 단점을 개선하여 컴퓨터의 USB(universal serial bus)단자로 충전하는 충전형 건전지를 사용하여 경제성과 휴대성을 극대화 하였다.

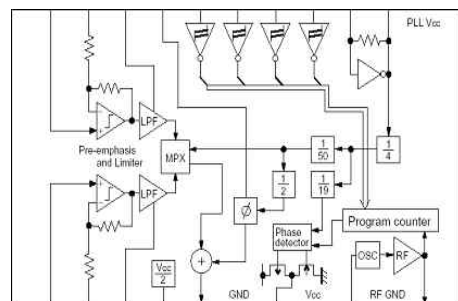
2. 시스템 설계

본 연구에서 개발된 시스템의 특징은 그림 1에서 보는 바와 같이 안테나가 소형 케이스 내부에 내장된 형태로 되어 있다. 기존제품의 안테나는 외장형 wire 안테나 방식에서 벗어나지 못하고 있다. 이러한 부분은 제품설계 및 디자인 단계에서 제품의 외관을 의도대로 변화시키지 못하는 단점과 소비자의 취향에 맞추기 어려운 부분이라 생각된다.



<그림 1> 개발 시스템의 크기와 구조

시스템의 주요부분의 회로도를 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 FM Modulator는 오디오의 좌우측 입력 신호부, Pre-emphasis, LPF(low pass filter), PLL(phase locked loop) Data 입력부, MPX, VCO(voltage control oscillator), RF Amp. 및 RF OUT 등의 회로구성으로 이루어져 있다. 본 시스템은 주파수를 선택하게 설계해야 하기 때문에 온도 드리프트에 덜 민감한 PLL회로와 동시에 VOC회로를 추가하였다. 한편 VCO부분의 L과 C의 값에 따라 송신주파수를 변경할 수 있다. 스테레오신호 분리도를 높이기 위하여 좌우측 신호레벨이 밸런스가 되도록 설계하였다. PLL은 온도 드리프트에 민감하지 않기 때문에 안정된 제품설계에 용이하다. 그러나 VCO부분의 LPF는 Audio 대역에 영향을 미치는 회로이므로 설계 시 검토가 요구되었다.



<그림 2> FM Modulator 및 송신부분의 회로도[13]

Audio신호가 FM변조되어 전송되는 RF Amp. 및 OUT 부분은 EMI 대책이 필요한 부분으로 설계 시 전파규격을 고려해야 한다. 또한 RF부분은 신호잡음 및 혼신의 영향을 줄 수 있는 회로이므로 설계, 부품 선정 및 RF특성을 충분히 검토할 필요가 있었다.

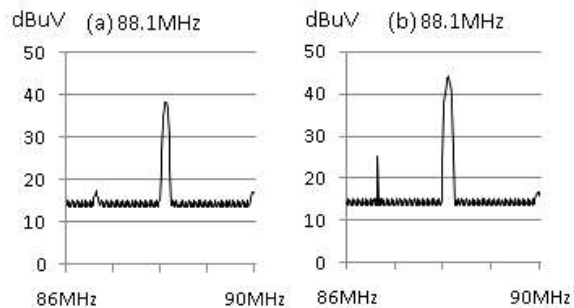
본 연구에서는 안테나를 내장된 형태로 설계하여 휴대성과 소형화의 극대화를 추구하였다. 내장형 안테나를 채택하더라도 충분한 전력이 방사되도록 하여야 하기 때문에 주어진 최소면적에서 안테나의 개구 면적이 최대가 되도록 하였다.

본 연구에서 개발된 초소형 FM 송신기의 사용 전원은 데스크 탑 컴퓨터나 노트북 컴퓨터 등의 USB 단자를 통하여 충전할 수 있는 충전용 전지를 사용하고 있다. 작동 전압은 3.7 V 이며, 전송 주파수는 사

용 조건에 따라 88.1 MHz와 88.3 MHz로 선택하여 사용할 수 있는 2 채널이다. 사용온도는 -10 ~ +85℃ 이다[13].

3. 실험

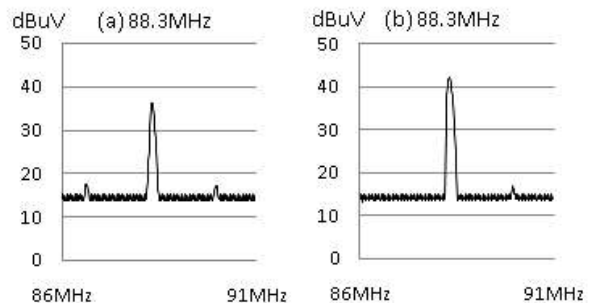
그림 3 은 송신 주파수 88.1MHz에서 송신기의 출력 특성을 나타내고 있다. 본 시스템의 송신 안테나에서 방사되는 전계강도의 세기는 전파연구소에서 인증한 정보통신기기 시험성적서에 의한 결과이다. 이것은 송신기로부터 3m 떨어진 점에서 측정된 전계강도를 나타내고 있다.



<그림 3> 88.1MHz에서 측정 안테나를 (a)수직으로 (b) 수평으로 하여 측정된 출력 특성

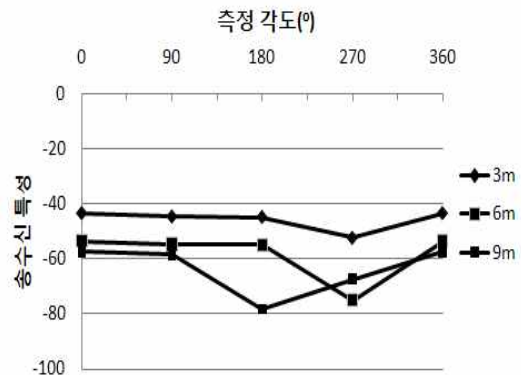
그림 3에서 보는 것처럼 송신 주파수 88.1MHz의 경우 안테나에서 방사되는 수직 및 수평 전계강도는 각각 38.0dBuV과 44.2dBuV으로 나타난다. 안테나를 수직으로 하였을 때 보다는 수평으로 하였을 때가 다소 출력이 큰 것으로 나타났다.

그림 4는 송신 주파수 88.3MHz에서 송신기의 출력 특성을 나타내고 있다. 수직 및 수평 전계강도는 각각 36.5dBuV과 41.9dBuV으로 나타났으며 88.1MHz의 경우와 같이 안테나를 수직으로 하였을 때 보다는 수평으로 하였을 때가 다소 출력이 큰 것으로 나타났다. 이 값들은 국내 전파법규의 제한치인 54dBuV보다 낮음으로 법규를 잘 만족할 뿐만 아니라 방사출력도 안정되어 있다. 또한 그림에서 각 주파수별 전계강도가 일정하게 출력되는 것을 볼 때, 각 채널별로 주파수의 안정도는 높다는 것을 알 수 있다.



<그림 4> 88.3MHz에서 측정 안테나를 (a)수직으로 (b)수평으로 하여 측정된 출력 특성

실제 거리에 따라 수신기에서 양호한 음질로 수신되는 거리를 검토하기 위하여 자동차나 실내에서 거리에 따른 안테나 방사특성을 분석할 필요가 있다.



<그림 5> FM 송신기의 거리에 따른 송수신 특성

그림 5는 본 연구에서 개발된 FM 송신기의 안테나 방사특성을 나타내고 있다. 결과에 따르면 특정 방향을 제외하고 3m, 6m 이내에서는 수신기의 방향에 관계없이 거의 일정하게 나오고 있음을 알 수 있다. 270°의 경우에는 모든 거리에서 불안한 특성을 보이고 있다. 이것은 내장 안테나의 내장 방향에 깊은 관계가 있다. 그림 5에서 보는 것처럼 송수신 거리가 길어질수록 다소 방향에 따른 영향이 존재함을 알 수 있다. 미약전파의 경우 거리연장을 위하여 출력을 높이는 것은 전파법규상 위배되는 사항이므로, 더 이상은 무리가 있을 것으로 본다. 굳이 송수신거리를 연장하기 위해서는 안테나특성을 더욱 연구해볼 필요가 있을 것으로 본다. 그러나 본 개발 제품의 사용 공간이 되

는 자동차 및 실내 공간에서는 충분한 거리라고 판단 된다.

개발된 시스템의 전기적특성은 표 1과 같다. 이들 전기적인 특성의 측정 환경은 표준 온도 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 상대 습도는 $65\% \pm 5\%$, 입력 주파수는 $1\text{KHz} \pm 3\text{Hz}$, 입력 레벨은 $300\text{mV rms} \pm 0.04\text{V rms}$ 이었다. 표에서 보는 바와 같이 대표적인 채널 분리도는 40 dB이며, 전송출력 레벨은 최대 103 dBuV이다.

<표1> 개발된 FM송신기의 전기적 특성

Item	Min	Max	Typ	Unit
Channel separation	25	-	40	dB
Transmission output level	97	103	100	dBuV
Total harmonic distortion	-	0.3	0.1	%
Quiescent current	14	28	20	mA
Pre-emphasis time constant	40	60	50	μsec

4. 결 론

본 논문에서 개발한 시스템의 크기는 2.6 cm x 2.6 cm x 2.6 cm로 기존의 제품에 비하여 초소형이다. 작동 전압은 3.7 V로 내장용 충전용 전지를 사용하며 저전력 시스템으로 연속 7시간 사용이 가능하다. 특히 안테나를 제품 내에 내장시키고 기존 제품에 대한 공급 전원의 단점을 개선하여 컴퓨터의 USB(universal serial bus)단자로 충전하는 충전형 건전지를 사용하므로 경제성과 휴대성을 극대화 하였다. 88.1MHz과 88.3 MHz의 전송주파수에서 채널 분리도는 40 dB이다. 따라서 본 시스템은 산업시스템 분야에서 근거리 정보 전달에 사용하기에 문제가 없으며 많은 영역에서 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] Lebold, M.S., Murphy, B., Boylan, D., and Reichard, K.(2005), "Wireless Technology Study and the Use of Smart Sensors for Intelligent Control and Automation" Aerospace Conference, 2005 IEEE 5-12 March 2005 pp. 1 - 15
- [2] Yambem, L., Yapici, M., and Jun Zou(2007). "Development of a Universal Wireless Sensor System for Automated Environmental Event Monitoring," IEEE, Sensors 207 conference, 28-31 Oct. 2007 pp. 1311-1314
- [3] Madni, A.M(2008)., "Smart configurable wireless sensors and actuators for industrial monitoring and control", Communications, Control and Signal Processing, ISCCSP 2008. 3rd International Symposium on 12-14 March 2008 pp. :447 - 448
- [4] Joon-Hoon Park; Min-Kyu Park; "Implementation of Mobile Multimedia Audio System Using PCM", Advanced Language Processing and Web Information Technology, 2008. ALPIT '08. International Conference on, 23-25 July 2008 pp. 241 - 244
- [5] McCandless, M.; "The MP3 revolution", Intelligent Systems and Their Applications, IEEE [see also IEEE Intelligent Systems] Vol. 14, Issue 3, May-June 1999 pp. 8 - 9
- [6] Chih-Chin Liu; Pang-Chia Yao, "Automatic summarization of MP3 music objects", Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2004. Proceedings. (ICASSP '04). IEEE International Conference on, Volume 5, May 2004. pp. 17-21.
- [7] .R. Staszewski, D. Leipold, C.-M. Hung, and P. Balsara, "A first digitallycontrolled oscillator in a deep-submicron CMOS process for multi-GHz wireless applications," Radio Frequency Integrated Circuits (RFIC) Symposium, June 2003 IEEE, pp. 81-84.
- [8] Ying-Wen Bai ; Chun-Lee Chiang ; 'Design and

- implementation of the integration applications for a portable MP3 player with a Bluetooth hand-free/set" Consumer Electronics, IEEE Transactions on Volume 51, Issue 3, Aug. 2005, pp. 849-855
- [9] Alves, R.G.; Kuan-Chieh Yen; "Detection of short distance wireless transmitted audio", Acoustics, Speech and Signal Processing, 2009. ICASSP pp. 1345-1348
- [10] Nattrass, H.L. ; "Digital measurement of FM transmitter quality", Communications and Signal Processing, 1988. pp.135-139.
- [11] Ruffieux, D.; Le Roux, E.; Melly, T.; Peiris, V.; "A low voltage, low power VCO for the 88-108MHz FM broadcasting band", Solid-State Circuits Conference, 2003. ESSCIRC '03. pp. 497-500.
- [12] Park, I. S.; "The integrated circuit composed of Receiver and FM transmitter of wireless audio signal communication", 대한전자공학회 2009년 SoC 학술대회
- [13] J.T. Ryu et. al.; "Development of a miniaturized FM transmitter with low power", 2008년 한국산업정보학회 추계학술대회

류 정 탁 (Jeong-Tak Ryu)



- 정회원
- 1992년 2월 : 영남대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 : (일)오사카대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1999년 : (일)오사카대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2000년~현재 : 대구대학교 전자공학부 부교수
- 관심분야 : 센서시스템공학