Regular paper
Journal of the KIECS. pp. 911-916, vol. 13, no. 5, Oct. 31 2018, t. 91, pISSN 1975-8170 | eISSN 2288-2189
http://dx.doi.org/10.13067/JKIECS.2018.13.5.911

헬리컬 안테나를 이용한 주파수 재밍 시스템

박주원* · 박민우* · 유제현* · 장성준* · 박용욱**

Frequency Jamming System using Helical Antenna

Ju-Won Park* · Min-U Park* · Je-Hyeon Ryu* · Sung-Jun Jang* · Yong-Wook Park**

요 약

수 많은 전파들 중 우리가 생활 속에서 사용하고 있는 전파는 우리가 필요한 정보만을 다양한 기술과 접목한 것들이다. 하지만 우리가 얻고자 하는 정보가 아닌 신호들은 단순한 잡음이다. 따라서 필요한 정보들만 취하고, 다른 정보들을 차단할 필요가 있는데, 이러한 기술을 재밍(Jamming)이라 한다. 본 논문에서는 88MHz~108MHz의 FM 라디오 주파수 대역 중 95.1, 97.3MHz를 목표로 한 헬리컬(Helical) 안테나를 통한 부분 대역(Partial-Band) 재밍 시스템이 연구되었다.

ABSTRACT

Among the various microwaves, the microwaves that we are using in our life are the things that combined with the information on what we need with various technologies. However, the signals that we do not want to get as an information is just noise. Therefore, we need to collect only the necessary information, and other information needs to be blocked. This technology is called Jamming. In this paper, the Partial-Band Jamming System through the Helical Antenna about target 95.1 and 97.3MHz in 88Mhz to 108MHz of the FM radio frequency band was studied.

키워드

Jamming, Radio Wave, Helical Antenna, Wireless, Noise Cut-off
전파 방해, 전자파, 헬리컬 안테나, 무선, 잡음 차단

Ⅰ. 서 론

최근 드론의 보급이 가속됨에 따라 드론에 카메라를 장착하여 개인 사생활 침해, 공항이나 시청 및 공공기관에서의 테러위험, 정보 보안이 필요한 특수집단에서의 정보유출 등 많은 문제점들이 발생되고 있다. 그에 따라 해결방안 중 하나로서 재밍이 대두되고 있다[1-2]. 해외에서는 공연장, 도서관, 국공립미술관 등 휴대기기로 인한 소음 방지가 필요한 여러 곳에서 재밍 기술을 사용하고 있다. 하지만 현재 한국에서는 전파법 문제로 인해 재머(Jammer)를 사용할 수 없고 대규모 시스템으로 사용되어 주로 군부대 등 정보 보안이 필요한 특수 기관에서 정보 유출 방지 및 주요 인사 경호를 위한 목적으로 사용하고 있다[3-5].

군에서 사용되어지고 있는 재머는 주파수를 차단하기 위해서 각 주파수 대역에 맞는 안테나를 사용하고

* 남서울대학교 전자공학과(tha305@naver.com, pmwoo93@naver.com, vanessa1103@naver.com, dkjt1005@naver.com)
** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과
· 접 수 일 : 2018. 06. 25
· 수정완료일 : 2018. 08. 20
· 게재확정일 : 2018. 10. 15
· Received : Jun. 25, 2018, Revised : Aug. 20, 2018, Accepted : Oct. 15, 2018
· Corresponding Author : Yong-Wook Park
Dept. of Electronics, Namseoul University,
Email : pyw@nsu..ac.kr

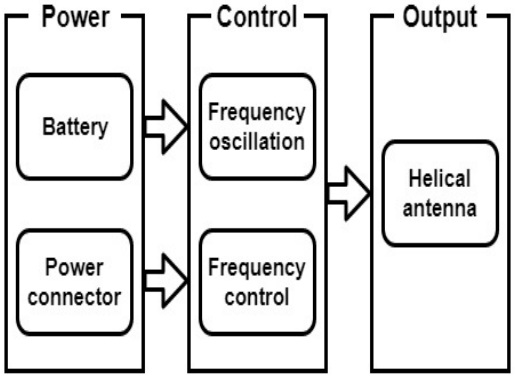
있기 때문에 광대역의 주파수 차단을 필요로 하는 군 특성상 주파수 대역만큼의 많은 안테나가 요구되어 부피와 무게의 제약으로 인해 대부분 설치형 재머를 사용하고 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 재밍 시스템의 문제점을 보완하기 위해 재머의 소형화를 목적으로 한다. 출력부는 소형화에 적합한 FM 대역(88~108Mhz) 헬리컬(Helical) 안테나를 사용하고 제어부는 슬롯(Slot) 형식으로 구성하였다. 또한 기존 재머가 가지고 있는 불필요한 대역 대까지 차단하는 특성을 슬롯 형식으로 구성함으로써 필요한 대역만을 재밍 할 수 있게 구성하였다[6]. 주파수 대역이 높아질수록 안테나 길이는 짧아지기 때문에 더욱 소형화할 수 있지만 현재 전파법 상 2.4GHz, 5.8GHz 대역의 재밍 시스템을 구현할 수는 없으므로 같은 원리로 작동되는 FM 대역의 재밍 시스템 구현을 목표로 하며 그 중에서도 95.1, 97.3MHz의 협대역 재밍을 구현할 수 있는 헬리컬 안테나 재밍 시스템을 연구하였다[7-8].

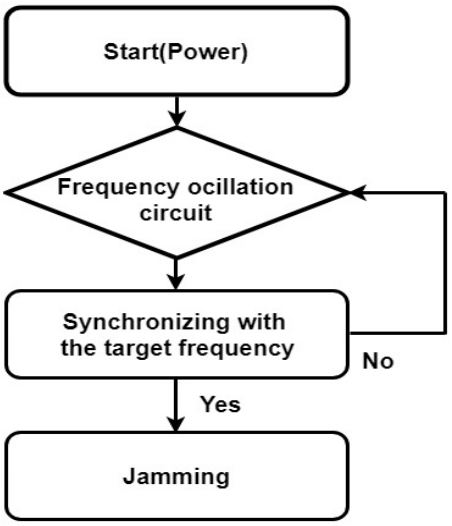
II. 본 론

2.1 시스템 구성도

본 논문의 재밍 시스템 구성 및 알고리즘은 그림 1과 같다. 전원부는 배터리와 커넥터를 연결시켜 회로에 전원을 공급하며 회로와 탈부착이 가능하다. 제어부는 95.1, 97.3MHz를 발진하도록 만들어진 슬롯 회로가 장착되어 있으며 스위치를 통하여 주파수를 변환할 수 있다. 회로는 슬롯 형식으로서 주파수 차단을 원하는 대역에 맞추어 교체하며 사용할 수 있다. 회로에서 발진된 주파수는 출력부인 헬리컬 안테나를 통해 전 방위로 방사하여 FM 라디오의 주파수 수신을 방해한다.



(a) 시스템 구성도
(a) System block diagram



(b) 시스템 알고리즘
(b) System algorithm

그림 1. 시스템 구성 및 알고리즘
Fig. 1 System configuration and algorithm

그림 1(b)는 재밍 시스템의 알고리즘이다. 그림과 같이 재밍 시스템의 동작구동을 위해 주파수 회로가 선택되고 재밍을 위한 목표 주파수를 동작시키는 순서로 재밍 시스템이 동작된다. 본 작품에서는 주파수 발진 및 동기화 부분의 동작을 슬롯을 통해 최소화함으로써 재머의 소형화를 구현하였다.

2.2 전원부

본 작품에서 주파수를 발진시키기 위한 최소 전압은 9V이다. 목표 주파수를 얻기 위한 최소 전압은 9V 전압이지만 소모 전력을 고려하여 1.5V 전지 8개를 사용하여 12V를 전압원으로 사용하였다. 배터리는 커넥터를 통해 회로와 결합하였으며 탈부착이 가능하도록 하여 원하는 목표 주파수에 맞게 회로를 교체할 수 있도록 했다.

2.3 제어부

인덕터와 커패시터를 이용해 주파수를 발진하도록 PCB 기판에 제작하여 슬롯 형식으로 사용할 수 있도록 하였다. 두 슬롯 회로는 목표 주파수의 대역에 맞게 각각 95.1, 97.3MHz 협대역으로 설계한다. 스위치를 동작시킴으로써 전원부로부터 전압을 받아 2N2222 트랜지스터를 중심으로 구성된 회로가 주파수를 발진한다[9-10].

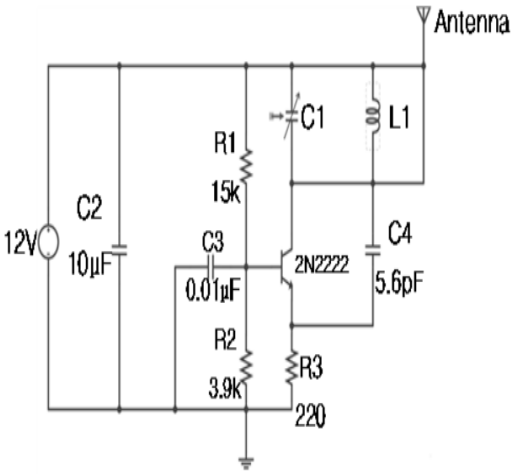


그림 2. 슬롯 회로도
Fig. 2 Slot circuit diagram

그림 2는 제어부의 FM 대역 주파수 발진 회로이다. 이 회로는 주파수를 변조하는 것이 아니라 오직 발진하는 역할만 수행함으로써 재머로 동작한다. 커패시터 C1과 L1은 VHF(: Very High Frequency)를 생성하는 탱크 회로를 구성하고 커패시터 C1을 조정함으로써 다른 주파수 신호를 생성 할 수 있다. L1은 발진 회로의 출력단으로써 발진된 주파수가 출력하게 된다. 저항 R1 및 R2는 바이어스 회로로 동작하고 R3는 회로에서 에미터 전류를 제한하는 데 사용된다.

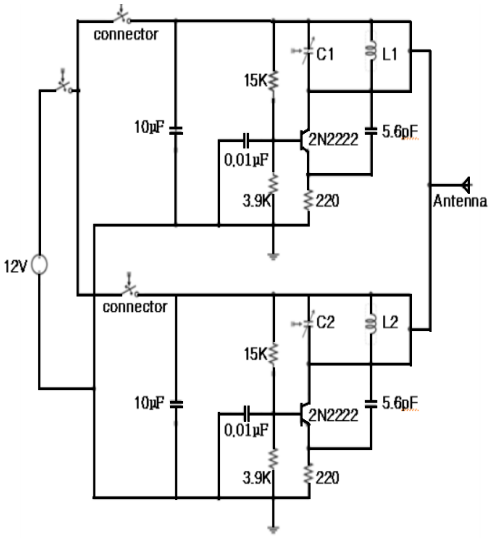


그림 3. 전체 회로도
Fig. 3 Diagram of circuit

본 작품에서는 L1값을 고정하고 C1값을 가변하여 95.1, 97.3MHz의 주파수를 발진하는 슬롯 회로를 제작하였다. 그림 3은 전체 회로의 구성도이다. 그림 2를 이와 같이 장착하여 목표 주파수에 맞는 슬롯 회로에 각 커넥터를 연결하여 동작되게 한다.

2.4 출력부

제어부에서 주파수가 발진하여 출력부인 인덕터로 주파수의 출력이 이루어진다. 하지만 인덕터에서 방출되는 주파수의 세기는 미약하기 때문에 들어온 주파수를 안테나로 통해 증폭하여 출력한다.

$$\lambda = \frac{c}{f} \ [\mathrm{m}] \tag{1}$$

식 (1)에서 $c = 3 \times 10^8$m/sec이므로 목표 주파수 중 하나인 95.1MHz의 파장은 약 3m이며 1/2 파장 다이폴(Dipole) 안테나의 길이는 1.5m, 1/4 파장 모노폴(Monopole) 안테나의 길이는 0.75m가 된다. 따라서 본 연구의 목적인 소형화에 적합하지 않기 때문에 같

은 주파수에서 더 작은 크기로 제작 가능한 FM 라디오 안테나로 사용되는 헬리컬 안테나를 사용하였다. 표 1은 본 작품에 사용된 헬리컬 안테나의 사양이다.

표 1. 안테나 사양
Table 1. Antenna specification

Model	PN-ANT-FM
Frequency Range	88~110MHz
V.S.W.R	Less then 2
Radiation pattern	Omini-Directional
Polarizetion	Vertical
Impedance	50 Ohm

2.5 하드웨어 외형

본 작품의 외형은 그림 4와 같다.

그림 4. 제작된 시스템 사진
Fig. 4 Created system picture

앞면을 개폐할 수 있도록 제작함으로써 전지가 방전되었을 때 교체 및 다른 주파수 대역의 차단을 위해 커넥터 연결을 통해 슬롯 회로를 바꿀 수 있도록 하였으며 필요에 따라서 안테나도 교체할 수 있도록 한다.

III. 실험 및 결과

3.1 L, C에 따른 주파수 출력 변화 실험

최근 미국 동향 심각한 주파수 부족에 직면하여, 이를 해결할 수 있는 제도를 수립하기 위해 노력하고 있다.

표 2. 커패시터 변화에 따른 주파수 변화
Table 2. Frequency change with capacitor change

C \ L(1μH)	Frequency(MHz)
7pF	103.6
15pF	99.68
33pF	97.28
39pF	95.06
47pF	92.10
68pF	89.90

$$L = \frac{k \cdot \mu \cdot n^2 \cdot S}{l} \ [\mathrm{H}] \quad (2)$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \ [\mathrm{Hz}] \quad (3)$$

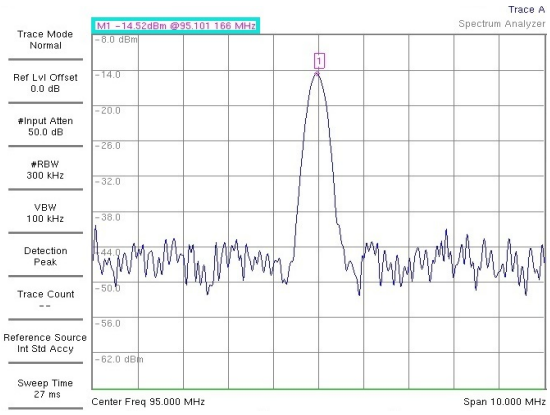
식 (2)에 따라 인덕터는 장강계수, 투자율, 권선 수, 코일의 단면적과 코일의 축 방향 길이에 대해서 영향을 받는다. 본 작품에서는 1μH 인덕터의 권선 수 n을 조절하여 L1값을 변화시켰고 식 (2)와 식 (3)을 이용하여 C1을 조절함으로써 표 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 표 2에서 목표 주파수인 95.1, 97.3MHz와 가장 근접한 주파수를 발진하는 1μH 인덕터와 39pF, 33pF 커패시터를 사용하여 각각의 주파수를 차단하는 슬롯 회로를 제작하였다.

3.2 소비 전력에 따른 사용시간

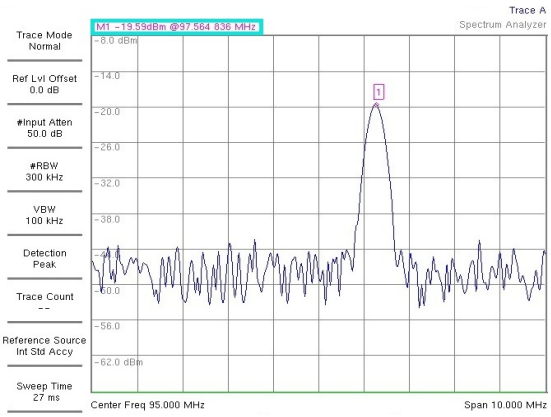
전원부에서 사용하는 1.5V의 알카라인 AA건전지의 전류용량은 2000mAh이며 본 작품에서는 전지 8개를 직렬로 사용하므로 전원부의 소비전력은 24Wh이다. 재머 동작 시 12V의 출력전압을 가지며 8.4mA의 전류가 흐르므로 작품의 소비전력은 0.1W이다. 전력효율을 고려했을 때 재머의 최대 작동시간은 7-8일이다.

3.3 재머 스펙트럼 실험

스펙트럼 아날라이져를 통해 본 작품에서 방사하는 데시벨 밀리와트(dBm)를 측정하여 평균 라디오 수신 dBm과 비교함으로써 재머의 정상적인 동작 유무를 확인한다.



(a) 재머의 출력 스펙트럼 (95.1MHz)
(a) Output spectrum of the jammer (95.1MHz)



(b) 재머의 출력 스펙트럼 (97.3MHz)
(b) Output spectrum of the jammer (97.3MHz)
그림 5. 출력 스펙트럼 사진
Fig. 5 Picture of output spectrum

그림 5(a)와 그림 5(b)는 재머에서 방출되는 스펙트럼 사진이다. 라디오의 평균 수신감도가 -60dBm이기 때문에 재머에서 각각 -14dBm와 -19dBm이 출력되는 것을 확인함으로서 재밍 시스템이 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 대규모 시스템으로 인한 재머의 단점을 보완하기 위해 전지를 전원으로 사용하고 제어부를 슬롯 형식으로 구성하여 부피를 줄임으로서 재머의 소형화를 구현하였다. 슬롯 회로는 각각 95.1, 97.3MHz 대역을 협대역으로 발진하도록 제작하였으며 커넥터를 통해 전원부인 전지와 출력부인 헬리컬 안테나에 연결된 회로만을 출력하도록 설계하였다. 재머가 상시 동작하는 것을 방지하기 위해서 전지에 스위치를 장착하였고 실험을 통해 슬롯 회로가 각각의 협대역 주파수를 차단하는데 성공했다.

향후 같은 원리를 이용하여 2.4GHz, 5.8GHz 대역의 재머를 만들고 우리나라에서도 재머를 사용할 수 있도록 전파법이 개정된다면 수능이나 토익 등 중요한 시험에서 전자기기를 이용한 부정행위 차단 등 다양한 방면으로 사용할 수 있을 것이다. 또한 주파수의 대역이 높아질수록 안테나의 길이는 짧아지기 때문에 본 논문의 목적이었던 소형화를 더욱 쉽게 구현할 것이라 기대한다.

References

[1] H. Lee and J. Lee, “An Auto-Framing Method for Stochastic Process Signal by using a Hidden Markov Model based Approach,” *J. of the Institute of Control Robotics and Systems,* vol.12 , no.2, 2014, pp. 251-258.

[2] K. Kim, J. Kim, and M. Bae, “The Study on the Implementation and Design of the RF Transceiver for Fast Frequency Hopping,” *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences,* vol. 11, no. 6, 2016, pp. 591-596.

[3] J. Kim, E. Kim, and J. Lee, “Jamming Technology in Military Communications,” *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences,* vol. 26, no. 3, 2009, pp. 32-40.

[4] S. Kim and S. Jo, “Effect of Jamming on Digital Modulation System,” *J. of the Proc. of Symp. of the Korean Institute of communications and*

Information Sciences, vol. 6, no. 1, 1987, pp. 212-218.

[5] S. Kim and T, Yang, "Miniature Impact Actuator for Haptic Interaction with Mobile Devices," *J. of the Institute of Control Robotics and Systems,* vol.12 , no.6, 2014, pp. 1283-1288.

[6] N. Pham and J. Chung, "Design of a Vehicle-Mounted GPS Antenna for Accurate Positioning," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences,* vol. 11, no. 2, 2016, pp. 145-150.

[7] M. Hong, J. Kim, Y. Lee, M. Baek, and K. Kim, "Analysis of Interference on Digital Radio Receiver," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences,* vol. 35, no. 11, 2010, pp. 1059-1065.

[8] H. Song and C. Hahm, "A Short Range, Low Power Modem development using Frequency Avoiding on FM Radio Broadcasting Frequency," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences,* vol. 35, no. 10, 2010, pp. 213-219.

[9] M. Lee, "RF Technology Tutorial-Operating Principles and Phase Noise of the Oscillator," *J. of the Korea Electromagnetic Engineering Society,* vol. 26, no. 2, 2015, pp. 45-55.

[10] M. Ko, S. Pyo, and H. Park, "Study on the Broadband RF Front-End Architecture," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences,* vol. 4, no. 3, 2009, pp. 183-189.

저자 소개

박주원(Ju-Won Park)

2019년 남서울대학교 전자공학과 졸업예정(공학사)

박민우(Min-U Park)

2019년 남서울대학교 전자공학과 졸업예정(공학사)

유제현(Je-Hyeon Ryu)

2019년 남서울대학교 전자공학과 졸업예정(공학사)

장성준(Sung-Jun Jang)

2019년 남서울대학교 전자공학과 졸업예정(공학사)

박용욱(Yong-Wook Park)

1989년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1991년 8월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)
1999년 2월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
2000년 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 교수