

13:30 ~ 15:30

좌장 : 정용채(전북대)

- | | | | | |
|----------|-------------|--|---|-----|
| [1-3-12] | 13:30~13:50 | 단순화된 Thin-Film 회로 구조를 이용한 광대역의 소형 Ku 대역 모노필스 수신기 개발 | 김태규, 우동식, 전종훈, 김강욱 (경북대) | 233 |
| [1-3-13] | 13:50~14:10 | 혼합 모드 신호를 갖는 RFIC를 위한 임플란트의 전기적 절연 특성 해석 | 김성일, 윤석원, 문종태 (한국전자통신연구원) | 237 |
| [1-3-14] | 14:10~14:30 | 군지연 시간 조정기를 이용한 동일채널 간섭 잡음 제거기 설계 | 이진국, 박상근, 최홍재, 정용채, 윤재훈 (전북대/한국전자통신연구원) | 241 |
| [1-3-15] | 14:30~14:50 | Feedforward와 Defected Ground Structure를 이용한 주파수 체배기 설계 | 박상근, 유남식, 최홍재, 정용채, 김철동(전북대/세원텔레텍(주)) | 245 |
| [1-3-16] | 14:50~15:10 | A Method for Extending the Bandwidth of Direct Down-Conversion Receivers | Thanh-Ngon Tran, 민경식 (한국해양대) | 249 |
| [1-3-17] | 15:10~15:30 | Composite Right/Left-Handed Transmission Line을 이용한 Class-E 고효율 주파수 3체배기 | 지승훈, 조춘식 (한국항공대) | 253 |

15:30 ~ 16:00 Coffee Break

16:00 ~ 17:40

좌장 : 조춘식(한국항공대)

- | | | | | |
|----------|-------------|--------------------------------|--------------------------|-----|
| [1-4-18] | 16:00~16:20 | SSRR-공진기를 이용한 Push-Push 발진기 설계 | 황규석, 정진세, 조춘식 (한국항공대) | 257 |
| [1-4-19] | 16:20~16:40 | Feedback 병렬 공진을 이용한 능동 인덕터 | 유남식, 서수진, 최홍재, 정용채 (전북대) | 261 |
| [1-4-20] | 16:40~17:00 | SDR용 다중대역 Quadrature VCO 설계 | 한병기, 이재혁, 김형동 (한양대) | 265 |
| [1-4-21] | 17:00~17:20 | 10GHz 단일위상분주방식 주파수 분배기 설계 | 김지훈, 최우열, 권영우 (서울대) | 269 |
| [1-4-22] | 17:20~17:40 | 차동출력을 얻기 위한 CMOS 푸쉬-푸쉬 전압조정발진기 | 김현, 신현철 (광운대) | 273 |

군지연 시간 조정기를 이용한 동일채널 간섭 잡음 제거기 설계

이진국, 박상근, 최홍재, 정용채, *윤재훈
전북대학교 정보통신공학과 및 IDEC WG, *한국전자통신연구원
전화: (063)270-2458, 팩스: (063)270-2461

A Design of Co-channel Interference Cancellation System using Group Delay Time Adjuster

*Jin-Kuk Lee, Sang-Keun Park, Heung-Jae Choi, Yong-Chae Jeong, ** Jae-Hun Yun
*Dept. of Information & Communication Engineering, IDEC WG, Chonbuk National Univ.,
**Electronics and Telecommunication Research Institute,
E-mail: leejinkuk@chonbuk.ac.kr

Abstract

In this paper, a co-channel interference cancellation technique is suggested in order to cancel a feedback interference signal in the wireless communication repeater. Amplitude, phase and group delay time of the correction signal can be adaptively controlled to optimum cancellation of the feedback interference signal in the proposed cancellation system. The fabricated co-channel interference cancellation system for RFID Korea frequency band (908.5~911MHz) could obtain reduced feedback interference signal about 36.4dB.

I. 서론

무선 통신 시스템의 빠른 성장에 따라서 이동 통신기의 수요가 급증하고 있으며, Wireless LAN, UWB, RFID등의 다양한 형태의 통신서비스가 시작되고 있다. 다양한 무선 통신 시스템은 선형 동작은 물론 주파수의 효율적인 사용을 중요하게 하였다. 따라서 중계기와 같이 동일한 주파수를 송수신 하는 무선 통신 시스템의 경우 송신 안테나를 통하여 방사된 신호가 수신단의 안테나를 통하여 케환되는 현상이 발생할 수 있다. 이렇게 케환된 신호가 시스템의 이득값 보다 큰 케환 경로

손실을 가지지 못한다면 통신 시스템은 발전을 하게 되거나 시스템의 성능을 저하시키는 요소로 작용한다.^{[1][2]} 이에 대하여 동일채널 간섭 제거기는 송신 안테나로부터 케환되어 돌아오는 동일 채널의 신호를 제거함으로써 시스템에서 안전하게 원하는 수신 신호만을 전달할 수 있게 한다.

기존의 동일채널 간섭신호 제거기는 고정된 케환신호에 대한 상쇄 조건을 만족시킨다.^{[3][4]} 그러나 실제 환경에서의 케환신호는 날씨, 온도 또는 주변 환경 조건에 따라 변화하게 되므로 진폭과 위상을 자동으로 조절하고, 군지연 시간을 변화시킬 수 있는 군지연 시간 조정기를 설계함으로써 환경변화에 따라 상쇄 조건을 변화시킬 수 있는 동일채널 간섭 제거기를 제안하였다.

II. 간섭 신호 상쇄 제거 이론

무선통신 시스템에서의 케환신호를 제거하기 위해서는 이 신호에 대응하는 상쇄신호가 존재해야 하며, 케환 경로에 따른 상쇄조건을 조절이 가능해야 한다. 그림 1은 케환신호의 상쇄 동작을 나타낸 것이다. 원하는 수신신호는 $S_R(t)$, 케환신호는 $I_F(t)$, 상쇄신호는 $S_C(t)$ 이라 하면, 각각의 신호는 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 S_R(t) &= A \cos(\omega t) \\
 I_F(t) &= B \cos(\omega t + \phi) \\
 S_C(t) &= C \cos(\omega t + \theta) \\
 S_{in}(t) &= S_R(t) + I_F(t)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$S_{in}(t)$ 는 $S_R(t)$ 에 $I_F(t)$ 가 결합되어 들어오는 수신 안테나의 입력 신호이다.

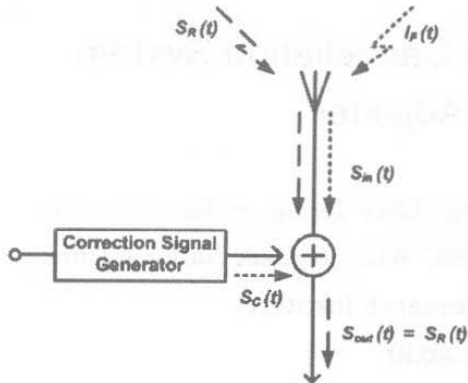


그림 1. 신호 상쇄 이론

출력 신호를 $S_{in}(t)$ 에 $S_C(t)$ 가 결합된 신호라고 하면 식(2)와 같이 표현된다.

$$S_{out}(t) = S_R(t) + I_F(t) + S_C(t) \tag{2}$$

이때, 신호 상쇄 조건을 보기 위해 $I_F(t)$ 와 $S_C(t)$ 의 결합된 신호를 오차 신호라 하면 오차 신호 $S_{err}(t)$ 는 식(3)과 같다.

$$\begin{aligned}
 S_{err}(t) &= B \cos(\omega t + \phi) \\
 &+ (B + \Delta B) \cos(\omega t + \omega \Delta t + \phi + \pi + \Delta \phi)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

여기서 ΔB 는 진폭 부정합, $\Delta \phi$ 는 위상 부정합, Δt 는 군지연 시간 부정합을 나타낸다.

오차신호를 일반화하면 식(4)와 같이 나타낼 수 있고, 그 진폭은 식(5)와 같이 표현할 수 있다.^{[5][6]}

$$S_{err}(t) = E \cos(\omega t + \phi) \tag{4}$$

$$E = \sqrt{\Delta B^2 + 2(1 + \Delta B)[1 - \cos(\omega \Delta \tau + \Delta \phi)]} \tag{5}$$

결과적으로 오차신호는 진폭 부정합, 위상 부정합, 군지연 시간 부정합으로 표현되며, 이때의 신호 상쇄 조건은 동진폭, 역위상, 동군지연 시간이다. 이러한 조건들을 만족함으로써 오차신호는 제거되며 원하는 수신 신호만을 제대로 전송할 수 있다.

III. 군지연 시간 조정기의 설계

본 논문에서는 상쇄 신호의 군지연 시간 조절을 위해 군지연 시간 조정기를 설계 하였다.^[7] 그림 2는 설계된 단위 소자로서 바랙터 다이오드를 이용하여 가변 커패시터와 가변 인덕터를 구현한 것이다.

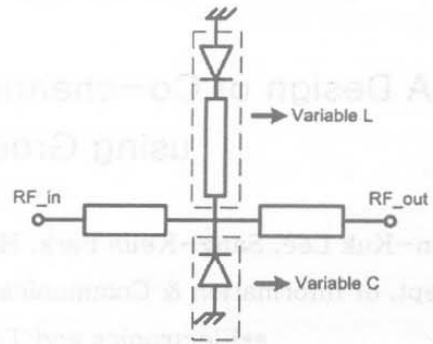


그림 2. 군지연 시간 조정기 단위 소자

공진주파수를 일정하게 유지하며 바이어스를 변화하면 바랙터 다이오드의 커패시턴스 값이 변화하여 군지연 시간이 변화된다. 또한 군지연 시간 변화를 더욱 향상시키기 위하여 단위소자를 병렬 연결하여 그림 3과 같이 평형 군지연 시간 조정기를 설계하였다.

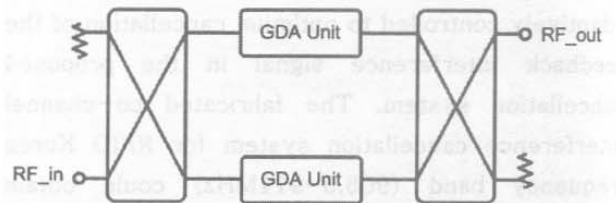


그림 3. 설계된 군지연 시간 조정기

RFID 대역에 맞추어 설계된 군지연 시간 조정기의 시간 변화 특성을 표 1에 나타냈다.

표 1. 군지연 시간 조정기의 측정결과

Group Delay [ns]			Insertion loss [dB]			S11 [dB]
908.5 [MHz]	911 [MHz]	914 [MHz]	908.5 [MHz]	911 [MHz]	914 [MHz]	max.
1.04	0.98	1.04	-0.22	-0.24	-0.24	-20.70
2.19	2.11	2.06	-1.11	-1.19	-1.24	-20.56
3.13	3.12	2.89	-2.11	-2.29	-2.19	-20.50
3.99	3.94	3.98	-2.17	-2.17	-2.18	-20.50
5.05	5.08	4.76	-3.17	-2.95	-2.79	-20.50

IV. 동일채널 간섭 신호 제거기의 설계.

그림 4는 본 논문에서 설계된 간섭신호제거기의 전체 블록도를 나타낸다.

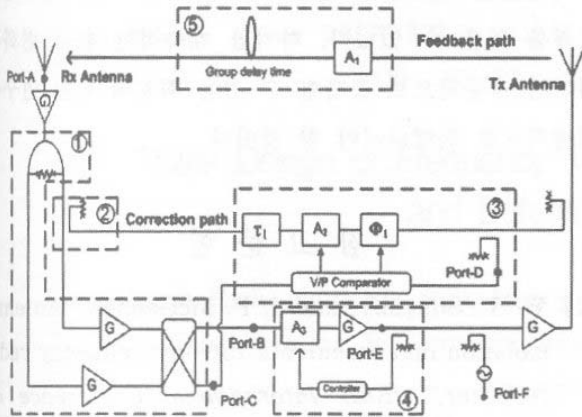


그림 4. 제안된 동일채널 간섭 신호 제거기

그림 4에서 블록1은 오차신호 검출기, 블록2는 신호 결합기, 블록3은 상쇄 신호 발생기, 블록4는 출력 전력을 일정하게 유지하기 위한 자동 출력 조절기, 블록 5는 케환신호 조절기이다. 블록1의 오차신호 검출기는 제안된 회로의 중심 회로로서 케환신호를 추출해 낼 수 있으며, 평형증폭기를 이용하여 그림 5와 같이 설계하였다.^[9]

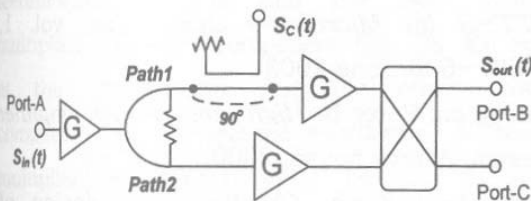


그림 5. 오차신호 검출기

오차신호 검출기의 경로1과 2는 상쇄신호 결합을 위해 사용된 방향성 커플러로 인하여 90° 위상차를 가지게 된다. 따라서 B단자에서는 순수한 수신신호, C단자에서는 케환신호를 얻어낼 수 있다. C 단자의 케환신호를 이용하여 계속적으로 상쇄 조건을 유지할 수 있다.

제안된 동일 채널 간섭 제거기에서 LNA는 Micro device사의 RF2347, 전력증폭기는 Motorola사의 MHL9236을 이용하였다. 상쇄 신호 조절기에서 진폭과 위상 비교기로 Analog device사의 AD8302를 이용하였고, 연산증폭기를 이용한 전압 조절기, 그리고 진폭,

위상, 군지연 시간의 가변 소자들을 설계 하였다.^[8]

제안된 시스템은 한국 RFID 대역 (908.5MHz~911 MHz)에서 설계되어 동작 영역에서의 선형적 특성을 확인하였다.

V. 측정 결과

논문에서 제안된 동일채널 간섭 제거기의 측정결과는 그림 6에서 그림 7까지 나타내었다. 그림 6은 상쇄 신호가 없을 때 B단자에서 측정한 케환신호와 수신신호를 나타내며, 그림 6의 CW신호는 -40dBm의 전력을 가지는 중심주파수 911.25MHz의 수신 신호를 나타낸다. 이 수신신호는 A단자로 인가되었다. 이에 대하여 케환 신호는 수신 신호와 구별 되도록 동작영역에서 IS-95 CDMA 4FA 신호를 이용하였으며, F단자로 인가되었다.

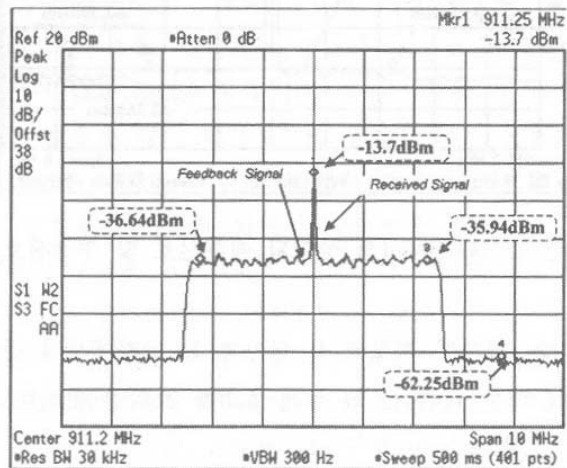


그림 6. B단자에서의 케환신호 및 수신신호

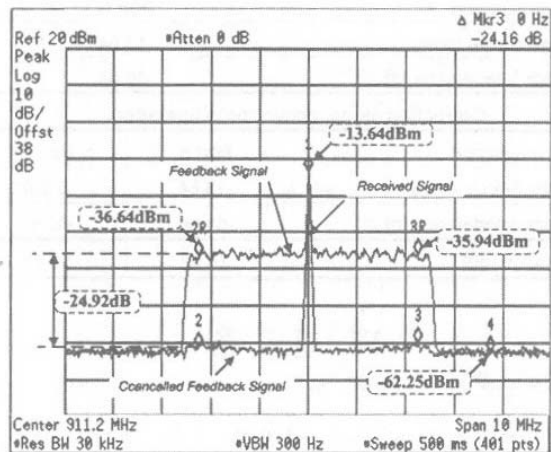


그림 7. B단자에서의 상쇄된 케환신호 및 수신신호

그림 7은 상쇄신호 발생기가 동작할 때 B단자의 측정 결과를 보여준다. 상쇄신호가 케환신호와 결합하여 24.92dB의 신호 상쇄 효과를 얻을 수 있다.

그림 8은 케환신호가 제거된 상태에서의 E 단자에서의 측정 결과를 보여주고 있다. 그림 4에서 ALC의 출력을 0dBm으로 유지할 때, 원하는 수신 신호는 0dBm으로 증폭되어 출력 되며 케환신호의 변화는 거의 나타나지 않았다. 결과적으로 송신단 전력증폭기 앞 단에서의 케환신호의 상쇄는 최대 36.41dB를 얻을 수 있었다.

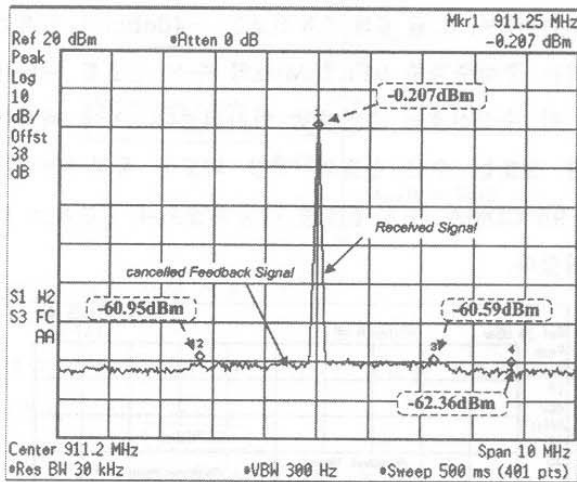


그림 8. E단자에서의 상쇄된 케환신호 및 수신신호

표2는 설계된 회로의 B 단자와 E 단자에서의 상쇄 신호에 대한 케환신호의 상쇄 효과를 요약한 것이다.

표2. 동일채널 간섭잡음제거기의 측정결과

Correction signal generator is not operating.		
Measurement port	Port B	
Received Signal [dBm]	-13.64	
Feedback Interference [dBm]	-36.64	
Correction signal generator is operating.		
Measurement port	Port B	Port E
Received Signal [dBm]	-13.64	-0.207
Feedback Interference [dBm]	-61.56	-60.95
Cancellation [dB]	24.92	36.41

VI. 결 론

본 논문에서는 무선 통신 시스템에서의 케환 간섭 신호를 제거하기 위하여 군지연 시간 조정기와 이를 이용한 동일채널 간섭 잡음 제거기를 설계하였다.

오차신호 검출기를 통하여 케환 신호를 추출할 수 있었으며, 상쇄 신호 조절기를 조절하여 케환 신호의 조건 변화에 대응하는 상쇄신호를 만들었다. 이러한 상쇄신호를 이용하여 최대 34.16dB의 케환 신호 상쇄 효과를 얻을 수 있었다. 하지만 계속적인 환경 변화에 대하여 자동적으로 응답할 수 있는 회로에 대한 연구는 계속적으로 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] W. T. Slingsby, and J. P. McGeehan, "Antenna isolation measurements for on-frequency radio repeater," *IEEE International Conference on Antennas and Propagation*, vol. 1, pp 239-234, April 1995.
- [2] W. T. Slingsby. And J. P. McGeehan, "A high-gain cell enhancer," *IEEE Vehicular Technology Conference*, vol. 2, pp. 756-758, May 1992.
- [3] E. H Drucker, "Development and application of a cellular repeater," *Vehicular Technology Conference*, pp. 321-325, June 1988.
- [4] S. J. Kim, "Adaptive feedback interference cancellation system (AF-ICS)," *IEEE MTT-S Int Microwave Symp, Dig.*, vol. 1, pp.627-630, June 2003.
- [5] Kenington, Peter B. *High-linearity RF amplifier design*, Artech house, 2000.
- [6] Sang-Gee Kang, "Analysis and design of feedforward power amplifier," *IEEE MTT-Symp Int Microwave Symp, Dig.*, vol.3, pp. 1519-1522, June 1997.
- [7] Sang-Keun Park, "Group Delay Adjuster Using Resonance Circuit With Varactor Diode," *Asia-Pacific Microwave Conference*, Dec. 2005.
- [8] Yong-Chae Jeong, Young-Jean Song, In-Ju Oh, Chul-Dong Kim, "A Novel Adaptive Feedforward Amplifier Using An Analog Controller," *Microwave Journal*, vol. 46, no. 4, pp.76-85, Apr. 2003.
- [9] Mark Billisberry, "Balanced distortion reduction circuit," *US Patent No. 6734726B2*, May 2004