

800MHz대 중계기용 고 감쇠특성을 갖는 듀플렉서 설계

전 동 석*, 한 진 우, 이 상 석
한국전자통신연구원 세라믹 RF 부품팀
전화 : 042-860-6898

Design of Repeater Duplexer having High Attenuation Characteristics of 800 MHz band

Dong-Suk Jun*, Jin-Woo Hahn, Sang-Seek Lee
ETRI Ceramic RF Components Team
E-mail : dsjun@etri.re.kr

Abstract

Repeater Duplexer of 800MHz band consists of 4pole transmitter band pass filter, receiver band pass filter and branch circuit. Circuit parameter of Duplexer such as coupled capacitance of equivalent circuit was drawn out and used to coupled line characteristics impedance (Z_{0o} , Z_{0e}) that satisfied resonator condition and attenuation condition. Simulation was carried out by the ADS(Advanced Design System) were obtained good attenuation characteristics (869~894MHz: 65dB(Min.), 824~849MHz: 65dB(Min.))

I. 서 론

듀플렉서의 연구는 소형화와 더불어 성능을 향상하기 위하여 지속적인 연구가 이루어지고 있다. 듀플렉서의 성능향상을 위하여 통과대역에서는 신호의 삽입손실을 최소화하고 저지대역에서는 신호의 감쇠특성을 향상시키는 연구가 진행되어왔다[1,9]. 최근에 중계기 시스템의 소형화로 RF Front-End용 부품이 소형화가 되고 있는 추세이다. 따라서 RF Front-End용 핵심부품인 중계기용 듀플렉서 설계연구가 필요하게 되었다.

본 연구는 800MHz대 중계기용 듀플렉서 구성 소자인 송,수신 대역통과필터와 분기회로를

설계하였으며, 추출된 듀플렉서 설계정수를 검증하기 위해 ADS(Advanced Design System)에서 결합선로를 이용한 듀플렉서를 설계하였다.

II. 설 계 이 론

송수신필터는 각각 4개의 공진기로 (그림 1) 등가회로를 이용하여 설계하였다. 송신주파수는 869 ~ 894 MHz이며, 수신주파수는 824 ~ 849 MHz이다. 각각 통과대역은 25 MHz로 두었으며, 통과대역 리플은 1.0dB로 하였다. 송수신신호의 분리를 위하여 송신대역통과필터는 수신 대역주파수의 통과대역폭에 수신대역통과필터는 송신대역폭에 감쇠극을 두어 설계하였다.

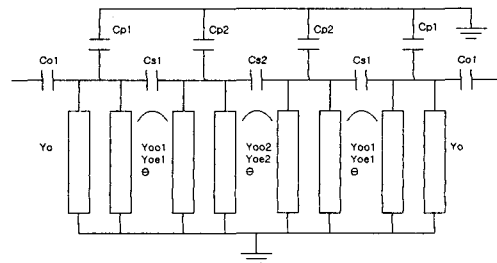


그림. 1 4극 대역통과필터 등가회로

각각 4개의 공진기로 (그림 2) 등가회로를

이용한 송수신 대역통과필터의 인버터값과 공진회로의 값은 다음과 같이 나타내었다.

$$J_{01} = \sqrt{\frac{BW^2 Y_0 b_1}{g_0 g_1}} = J_{45}$$

$$J_{12} = \sqrt{\frac{BW^2 b_1 b_2}{g_1 g_2}} = J_{34}$$

$$J_{23} = \sqrt{\frac{BW^2 b_2 b_3}{g_2 g_3}}$$

$$Br_1 = \left(y_0 + \left(\frac{y_{oo1} + y_{oe1}}{2} \right) \right) \cot \theta_0 + \omega_0 Ct_1$$

$$Br_2 = \left(\left(\frac{y_{oo1} + y_{oe1}}{2} \right) + \left(\frac{y_{oo2} + y_{oe2}}{2} \right) \right) \cot \theta_0 + \omega_0 Ct_2$$

$$Ct_1 = Cp_1 + C_1 + Cs_1$$

$$Ct_2 = Cp_2 + Cs_2 + Cs_1$$

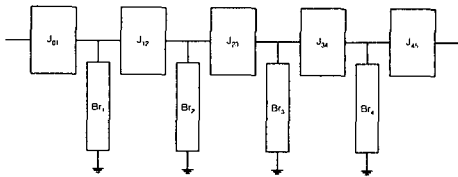


그림 2. J-인버터 회로 갖는 대역통과필터

이러한 인버터 함수와 공진회로함수를 이용하여 슬롯 파라미터를 구하면 아래와 같이 나타내었다.

$$b_1 = \frac{\left(y_0 + \left(\frac{y_{oo1} + y_{oe1}}{2} \right) \right) \csc \theta_0}{2} + \frac{\omega_0 Ct_1}{2}$$

$$b_2 = \frac{\left(\left(\frac{y_{oo1} + y_{oe1}}{2} \right) + \left(\frac{y_{oo2} + y_{oe2}}{2} \right) \right) \csc \theta_0}{2} + \frac{\omega_0 Ct_2}{2}$$

이때 감쇠극 조건은 다음 식과 같이 나타내었다.

$$J_{23} = \frac{y_{oo2} - y_{oe2}}{2} \cot \theta_0 - \frac{\omega_0}{\omega_p} \frac{y_{oo2} - y_{oe2}}{2} \cot \left(\theta \frac{\omega_p}{\omega_0} \right)$$

$$J_{23} = \frac{y_{oo2} - y_{oe2}}{2} \cot \theta_0 - \frac{\omega_0}{\omega_p} \frac{y_{oo2} - y_{oe2}}{2} \cot \left(\theta \frac{\omega_p}{\omega_0} \right)$$

III. 시뮬레이션

앞 수식에서 추출한 4극 송수신대역통과필터의 회로정수를 (표 1)에 나타내었고, ADS로 시뮬레이션 결과 송신 대역통과필터(그림 3) 과 수신대역통과필터(그림 4)에 나타내었다.

안테나 단에서 송수신신호를 분리하기 위하여 앞에서 설계한 송수신 필터 사이에 분기회로를 삽입하여 듀플렉서를 설계하였다. 이상적인 송수신 신호의 분리는 수신된 신호의 주파수가 안테나 단에서 송신단 임피던스가 무한대이어야 하고 송신한 신호의 주파수는 안테나 단에서 수신단 임피던스가 무한대이어야 완전한 분리를 할 수 있다. 하지만 모노블럭형인 경우에 현실적으로 어려움이 있어 본 논문에서는 (그림 5) 와 같은 송수신단의 결합선로(Yoo, Yoe)와 결합 캐패턴스(Ctox, Cptx, Crox, Cprx)를 이용하였다. 송수신사이 결합선로의 결합 임피던스는 $Z_{oo} = 36.22\Omega$, $Z_{oe} = 21.36\Omega$ 으로 하였다.

적합한 분기회로 정수값을 찾기위해 Taguchi 방법 $L_9(3^4)$ 를 사용하여[10] 표2와 같이 분기회로 변화를 주어 듀플렉서의 조건을 얻었다.

표 1 송수신대역통과필터 회로정수

	Rx	Tx
Co1	1.638	1.445
Cp1	1.706	0.076
Cp2	2.858	0.612
Cs1	1.816	1.776
Cs2	0.563	0.846
Zo	25.28	25.28
Zoo1	7.81	8.86
Zoe1	50.35	48.88
Zoo2	14.32	16.19
Zoe2	40.44	37.58
θ	79(77.16)	79(80.84)

(그림 6)은 (표 2)에 나타낸 회로정수로 시뮬레이션 한 결과 결합 캐패시턴스가 $C_{otx} = 1.645\text{pF}$, $C_{orx} = 1.838\text{pF}$ 로하고 다른 회로정수는 대역통과필터 설계시 와 같이 동등하게 하여 얻은 결과이다

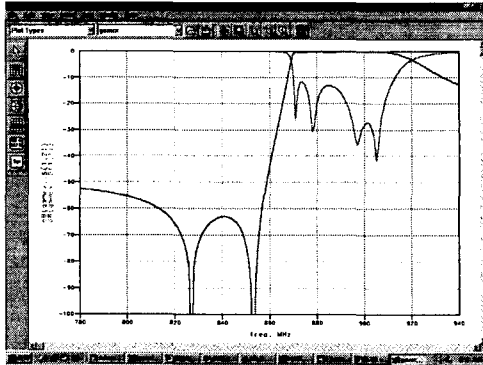


그림 3. 800MHz대 중계기용 송신대역필터 시뮬레이션 결과

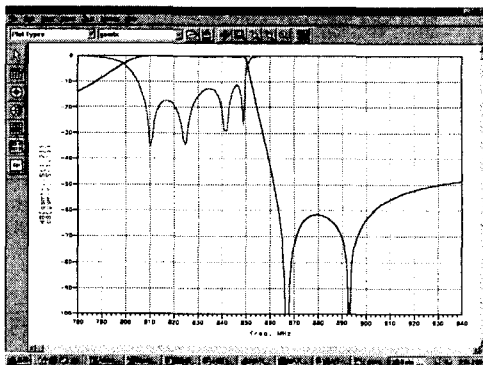


그림 4. 800MHz대 중계기용 수신대역필터 시뮬레이션 결과

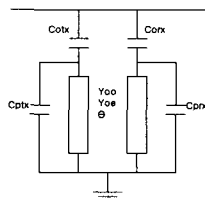


그림. 5 분기회로 구성

표 2 분기회로 회로정수 변화

	Cprx	Corx	Cptx	Cotx
1	1.506	1.438	0.05	1.245
2	1.506	1.638	0.076	1.445
3	1.506	1.838	0.1	1.645
4	1.706	1.438	0.076	1.645
5	1.706	1.638	0.1	1.245
6	1.706	1.838	0.05	1.445
7	1.906	1.438	0.1	1.445
8	1.906	1.638	0.05	1.645
9	1.906	1.838	0.076	1.245

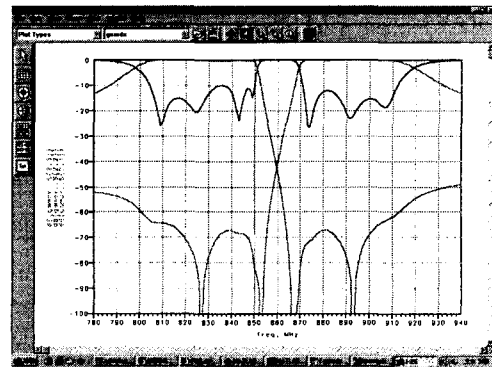


그림 6. 800MHz대 중계기용 듀플렉서 시뮬레이션 결과

IV. 결 론

본 연구는 800MHz 중계기용 듀플렉서 설계 시 송수신 신호의 아이솔레이션을 크게 하기 위해서 첫째는 송,수신대역통과필터의 감쇠극 주파수를 만족하여야 하고, 둘째는 분기회로의 결합 공진기의 결합량이 송,수신 단에 적은 영향을 주는 결합이 이루어져야 하고, 셋째는 안테나에서 본 송수신 입력 단의 결합량 조절이 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다.

Reference

- [1] Raymond L. Sokola, Lake Zurich, "Ceramic bandpass filter", '1984.2.14, Motorola, US 4,431,977
- [2] Michael F. Moutrie, Raymond L. Sokola, Phillip J. Gordon, "Multiple resonator component - mountable filter", 1987.12.29, Motorola, US 4,716,391
- [3] David M. Demuro, Darioush Agahi Kesheh, "Monolithic ceramic filter with bandstop function", 1989.8.18, Motorola, US 4,823,098
- [4] Dale G. Schwent, Hoffman Estates, "Ceramic filter having integral phase shifting network", 1990.1.23, Motorola, US 4,896,124
- [5] Zdravko M. Zakman & Darioush Agahi Keshes, Zdravko M. Zakman, "Multipassband dielectric filter construction having filter portions with dissimilarly sized resonators", 1993.10.5, Motorola, US 5,250,916
- [6] Zdravko M. Zakman & Darioush Agahi Keshes, Zdravko M. Zakman, "Multipassband dielectric filter construction having filter portions with dissimilarly sized resonators", 1996.1.30, Motorola, US 5,488,335
- [7] Michael Newell, Raymond L. Sokola, David Heine, "Filter with an adjustable shunt zero", 1996.3.26, Motorola, US 5,502,422
- [8] Michael Newell, Raymond L. Sokola, David Heine, "Filter with an adjustable shunt zero", 1996.3.26, Motorola, US 5,502,422
- [9] Dong-Suk Jun, "Study on the filter with high attenuation in below pass-band", TM99-0530-163, ETRI, 1999. 12.
- [10] Madhav S. Phadke, "Quality engineering using Robust design", AT&T Bell Laboratories