



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월12일  
(11) 등록번호 10-1457042  
(24) 등록일자 2014년10월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H03H 7/03 (2006.01) H03H 7/12 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2009-7010743  
(22) 출원일자(국제) 2007년11월15일  
심사청구일자 2012년11월14일  
(85) 번역문제출일자 2009년05월26일  
(65) 공개번호 10-2009-0092779  
(43) 공개일자 2009년09월01일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2007/062393  
(87) 국제공개번호 WO 2008/065009  
국제공개일자 2008년06월05일  
(30) 우선권주장  
0655109 2006년11월27일 프랑스(FR)

(73) 특허권자  
톱슨 라이센싱  
프랑스 92130 이씨레블리노 루 잔다르크 1-5  
(72) 발명자  
로 히네 통, 도미니크  
프랑스, 렌스 에프-35700, 뤼 장느 쿠플란 49  
바론, 프랑스와  
프랑스, 토리니에-푸이야르드 에프-35235, 뤼 마  
리에 드 케르스트라트 3  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
문경진, 김학수

(56) 선행기술조사문헌  
인용발명: Sebastien Dardillac, et al., Highly  
selective planar filter using negative  
resistances for loss compensation, 33rd  
European Microwave conference - Munich, 7-9  
Oct. 2003, pp. 821-824.\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 5 항

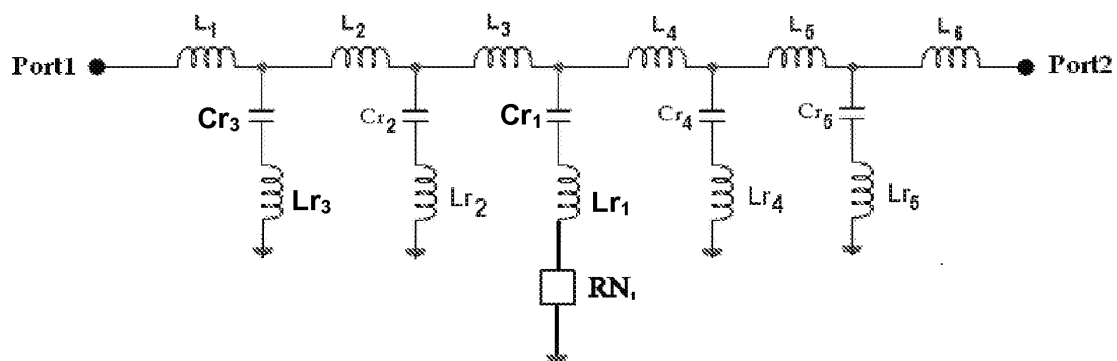
심사관 : 김남인

(54) 발명의 명칭 능동 저역-통과 필터

(57) 요약

본 발명은 선택적 능동 저역-통과 필터에 관한 것이며 그러한 필터의 선택도를 개선시키기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 상기 필터의 차단 주파수에 가장 가까운 주파수를 갖는 공진 요소를 상기 회로망의 중앙에 위치시키는 단계와, 상기 요소와 직렬로 상기 필터의 기생 저항성분보다 높은 값을 갖는 음 저항을 삽입하는 단계로 구성된다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

**라바비디, 라파트**

레바논, 트리폴리, 임브블 조브랑, 휘 엘 아르츠

**루지르, 알리**

프랑스, 렌느 에프-35000, 휘 드 라 고드몽디에르  
6

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

차단 주파수( $F_c$ )를 가지며, 각 커플링 인덕터들과 결합된 복수의 직렬 LC 공진기들을 포함하는 대칭적 회로망에 의해 형성되는, 저역-통과 필터의 선택도를 개선시키기 위한 방법으로서, 상기 커플링 인덕터들은 저역-통과 필터의 입력 포트와 출력 포트 사이에 직렬로 구성되는, 저역-통과 필터의 선택도를 개선시키기 위한 방법에 있어서,

- 복수의 직렬 LC 공진기의 다른 직렬 LC 공진기에 대해 대칭적 회로망의 중앙에 복수의 직렬 LC 공진기 중 하나의 직렬 LC 공진기를 위치시키는 단계;
- 단일의 음 저항( $R_{N1}$ )을, 중앙에 위치한 직렬 LC 공진기에만 직렬로 삽입하는 단계로서, 저역-통과 필터는 하나의 단일의 음 저항을 포함하는, 삽입 단계;
- 상기 필터를 동작 대역 내에서 정합시키기 위해, 그리고 원하지 않는 대역을 회망하는 수준까지 차단시키기 위해, 대칭적 회로망의 직렬 LC 공진기의 소자들의 값들을 최적화하는 단계로서, 직렬 LC 공진기는, 하나의 중앙에 위치한 직렬 LC 공진기가 복수의 직렬 LC 공진기 중 다른 직렬 LC 공진기의 공진 주파수에 비해 차단 주파수( $F_c$ )에 가장 가까운 주파수에서 공진하도록 배치되는, 최적화 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 저역-통과 필터의 선택도를 개선시키기 위한 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 음 저항( $R_{N1}$ )의 값은 차단 주파수( $F_c$ )에 가장 가까운 주파수에서 공진하는 상기 중앙에 위치한 직렬 LC 공진기의 커플링 인덕터의 기생 저항의 성분 값보다 큰 것을 특징으로 하는, 저역-통과 필터의 선택도를 개선시키기 위한 방법.

### 청구항 3

차단 주파수( $F_c$ )를 가지며, 직렬 LC 공진기들의 대칭적 회로망에 의해 형성되고, 커플링 인덕터들과 결합되는, 선택적 능동 저역-통과 필터로서, 커플링 인덕터들은 입력 포트와 출력 포트 사이에 직렬로 구성되는, 선택적 능동 저역-통과 필터에 있어서,

직렬 LC 공진기들은, 다른 직렬 LC 공진기에 대해 대칭적 회로망의 중앙에서의 직렬 LC 공진기가 복수의 직렬 LC 공진기 중 다른 직렬 LC 공진기의 공진 주파수에 대해 차단 주파수( $F_c$ )에 가장 가까운 주파수에서 공진하도록 배치되고,

선택적 능동 저역-통과 필터는 대칭적 회로망의 중앙에 직렬 LC 공진기에만 직렬 상태에 있는 단일의 음 저항( $R_{N1}$ )을 포함하여, 상기 저역-통과 필터는 하나의 단일의 음 저항을 포함하는 것을 특징으로 하는, 선택적 능동 저역-통과 필터.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 단일의 음 저항( $R_{N1}$ )은 대칭적 회로망의 중앙에서 직렬 LC 공진기의 상기 인덕터의 기생 저항보다 큰 값을 갖는 것을 특징으로 하는, 선택적 능동 저역-통과 필터.

### 청구항 5

제3항에 있어서, 상기 필터는 11의 차수를 가지며 의사-타원 유형의 응답을 나타내는 것을 특징으로 하는, 선택적 능동 저역-통과 필터.

## 명세서

### 기술 분야

본 발명은 선택적(selective) 능동 저역-통과 필터에 관한 것이며 능동 저역-통과 필터의 선택도(selectivity)를 개선시키기 위한 방법에 관한 것이다. 본 발명은, 예컨대, 휴대 전화(GSM, UMTS 등) 시스템, 지상파 디지털 텔레비전 수신기(DVB-H/T) 시스템 그리고 로컬 네트워크(WLAN a/b/g)를 액세스하기 위한 시스템을 통합하는

[0001]

(integrating), 다중-모드, 다중-표준, 고정/이동 단말기의 설계를 위한 다중-무선-프론트-엔드(MRFE: Multi-Radio-Front-End) 프로젝트의 뼈대(backend) 아래에 편입된다.

## 배경 기술

- [0002] 기술적인 관점에서, 다양한 액세스 모드들의 한 단일 통신 객체(object)로의 이러한 수렴(convergence)은, 특히 상기 모드들의 각각의 동작 주파수 대역들의 근접함에 의한, 공존(coexistence)의 문제를 수반한다.
- [0003] 본 발명은, 더욱 특히, DVB-H/T 및 GSM 표준의 공존과 관련이 있으며, 만일 상기 두 대역을 격리시키기 위한 그 어떤 필터링 디바이스도 상기 시스템으로 통합되지 않는다면, 도 1에 도시된 것과 같이, 890-915 MHz 대역 내에서 송신되는 GSM 신호들은 확실히 DVB-H/T 수신을 간섭할 것이며 DVB-T/H 수신에 품질을 저하시킬 것이라는 점이 명확하다.
- [0004] 폭(width)의 관점에서의 매우 엄격한 설계 명세는 반드시 초-선택적 저역-통과 필터(ultra-selective low-pass filter)의 사용을 초래한다. 실제로, 이러한 필터는 862 MHz 이상의 차단 주파수를 가져야 하며 890에서 915 MHz의 GSM 대역을 적어도 20 dB 만큼 차단(reject)시켜야 한다. 예비 분석의 결과에 따르면, 오직, 11의 차수(order 11)를 가지며 의사-타원형(pseudo-elliptical type)의 응답을 갖는 필터의 사용만이 이러한 목적들이 달성되는 것을 허용한다.

## 발명의 상세한 설명

- [0005] 이러한 필터를 위한 회로망(network)이 도 1에 도시된다. 이러한 필터의 합성(synthesis)은 자동으로 대칭적 회로망 구조를 초래한다. 이는:
- [0006] • 6개의 커플링 인덕터: 입력 단자(E)와 출력 단자(S) 사이에 직렬로 연결된  $2 \times L1$ ,  $2 \times L2$ ,  $2 \times L3$ ;
- [0007] • 그리고 5개의 직렬 LC 공진 소자들: 다양한 커플링 인덕터들과 접지(ground) 사이에 삽입된,  $2 \times Lr1/Cr1$ ,  $2 \times Lr2/Cr2$ ,  $1 \times Lr3/Cr3$  를 포함한다. 이러한 직렬 LC 소자들은 상기 필터의 차단 주파수에 매우 가까운 주파수에서 공진하며, 따라서, 상기 필터의 선택도가 격렬하게 향상되는 것을 허용하게 될, 전송영점(transmission zero)을 형성한다.
- [0008] 필터의 이러한 폭을 위해 권고되는 이러한 회로망의 합성의 방법의 한 응용은 소자들에 대한 다음의 값들을 초래한다:
- [0009] • 커플링 인덕터들:  $L1=1.5$  nH,  $L2=10$  nH,  $L3=9.1$  nH
- [0010] • 직렬 L/C 소자들:  $Lr1=11$  nH,  $Lr2=7.5$  nH,  $Lr3=6.8$  nH,  $Cr1=2.2$  pF,  $Cr2=3$  pF,  $Cr3=3.3$  pF
- [0011] 다음 부분에 대한 중요한 주의사항은 상기 L/C 소자들의 공진 주파수와 관련된 것이며, 즉, 상기 차단 주파수에 가장 가까운 전송영점이 획득되는 것을 허용하는 L/C 공진기들은 상기 회로망의 끝에 위치한다는 것을 실제로 알 수 있으며, 여기서는 주파수  $Fr1=1023$  MHz에서 공진하는 상기 두 개의  $Lr1/Cr1$ 이 그러한 경우이다. 두 개의 다른 L/C 공진기는  $Fr2=1061$  MHz와  $Fr3=1062$  MHz의 주파수에서 공진한다.
- [0012] 도 2는 이상적인(ideal) L/C 소자들을 고려함으로써 시뮬레이션 된 송신 응답(transmission response)을 도시한다. 이러한 경우, 점 m1에 의해 도시된 860 MHz 근처의 차단 주파수  $Fc$ , 그리고 점 m2로부터 도시된, 40 dB 보다 큰, GSM 대역의 차단이 효과적으로 지시될 수도 있다.
- [0013] 주로 이용되는 소자들은, 예컨대, 제조업체 Murata에 의해 제공되는, 인덕터의 경우에는 LQW15 시리즈로부터의, 그리고 캐패시터의 경우에는 GRM15 시리즈로부터의, SMC(Surface-Mounted Component)(표면 실장 소자)들이다.
- [0014] 실제로, 만일 기생 성분들이 고려된다면, 삽입 손실(insertion loss)은  $Fc$  근처에서 심하게 저하된다. 이러한 성능 저하(degradation)는 주로 인덕터들의 기생 직렬 저항성분(권선 SMC 인덕터들에 대해서는 통상적으로 약 1 옴의 값을 갖는다)에 의한 것이며, 이러한 기생 저항성분은 인덕터의 품질 인수(quality factor)를 감소시키며, 따라서, 삽입 손실과 선택도의 관점에서 상기 필터의 성능을 감소시킨다. 회로망의 L/C 소자들의 기생 성분들을 고려한 상기 필터의 시뮬레이션 된 성능을 도시하는 도 2에서,  $Fc$ 에서의 삽입 손실의 품질 저하가 지시되며, 상기 삽입 손실은 13 dB 보다 높게 상승했다.
- [0015] 본 발명은 이러한 결점들을 극복하는 것을 목표로 한다.

- [0016] 본 발명은, 차단 주파수( $F_c$ )를 가지며, 입력 포트와 출력 포트 사이에 직렬로 구성된 커플링 인덕터들과 결합된, LC 공진 요소들의 대칭 회로망에 의해 형성되는 저역-통과 필터의 선택도를 개선시키기 위한 방법으로 구성된다.
- [0017] 선택도를 개선시키기 위한 방법은, 다음의:
- [0018] - 차단 주파수( $F_c$ )에 가장 가까운 주파수에서 공진하는 요소를 회로망의 중앙에 위치시키는 단계;
- [0019] - 음 저항(negative resistance)( $R_N$ )을 이러한 공진 요소에 직렬로 삽입하는 단계;
- [0020] - 필터를 동작 대역 내에서 정합시키기 위해 상기 회로망의 LC 공진 요소의 소자들의 값들을 최적화하는 단계를 포함한다.
- [0021]
- [0022] 본 발명은 DHV\_H/T와 GSM 표준의 공존의 문제가 되는 상황을 해결하는 이점을 갖는다.
- [0023] 본 발명은 또한, 인덕터들(L)과 LC 공진기들로 이루어진 회로망에 의해 형성되며, 차단 주파수( $F_c$ )를 갖는 선택적 능동 저역-통과 필터로 구성된다. 상기 필터는, 회로망의 중앙에, 차단 주파수( $F_c$ )에 가장 가까운 주파수에서 공진하는 요소와 직렬로 연결된 음 저항( $R_N$ )을 포함한다.
- [0024] 바람직하게, 상기 음 저항은 커플링 인덕터의 기생 저항성분보다 큰 값을 갖는다.
- [0025] 본 발명의 한 변형에 따라서, 필터는 11의 차수를 가지며, 의사 타원 유형의 응답을 나타낸다.
- [0026] 따라서 이는 다음의:
- [0027] 오직 하나의 음 저항을 사용하는 것으로 인해 상기 필터의 크기는 제한되고 비용과 전력 소모는 낮으며, 전기적으로 안정한 기능으로 인해 상기 필터는, 조건에 상관없이, 수신기 시스템으로 삽입될 수도 있다
- [0028] 는 이점들을 초래한다.
- [0029] 첨부 도면들과 함께 제공되는 다음의 설명을 읽음으로써 본 발명의 상술된 특징 및 이점은 다른 것들과 함께 더욱 명확해 질 것이다.
- 실시예**
- [0037] 설명을 단순화하도록, 동일한 기능들을 수행하는 요소들을 나타내기 위해 이후의 도면들에서 동일한 참조기호가 이용될 것이다.
- [0038] 가장 결정적인 기생 저항성분들은, 전송영점들이  $F_c$ 에 가깝게 생성되도록 하는 인덕터들( $L_r$ )의, 특히  $Cr1$ 과 직렬로 연결되며 이전에 진술된 것과 같이  $F_c$ 에 가장 가까운 전송영점을 생성하는,  $Lr1$ 의 기생 저항성분이다.
- [0039] 본 명세서에서 제안되는 설계는, 의사-타원형 저역-통과 유형의 응답으로 인해, 송신되는 원하지 않는 GSM 대역이 차단되며 따라서 470에서 862 MHz의 DVB 대역 전체가 잠재적 간섭으로부터 보호되도록 하는, 능동 필터링 기술의 이용을 기초로 한다.
- [0040] 능동 필터는, 주로 트랜지스터와 같은 능동 소자를 포함하는 필터로 정의된다. 능동 필터는, 수동 소자들 고유의 손실에 대한 보상이 가능해짐으로 인해, 수동 필터(passive filter)에 대해, 삽입 손실 및 선택도의 관점에서 더 높은 성능이 달성되도록 한다는 것이 명백하다. 그러나, 필터 내의 능동 소자들은, 전기적 안정성, 디바이스 잡음, 능동 소자들의 비선형성 및 전기 전력 소모 등과 같은 특정한 수의 문제를 초래한다.
- [0041] 저역-통과 회로망의 특정 경우에, 직렬 능동 회로를 도입함으로써 인덕터들의 손실이 보상되는데, 그 목적은 이러한 인덕터들의 기생 저항성분을 보상하게 될 음 저항을 생성하는 것이다.
- [0042] 극단적인 경우, 이상적인 저역-통과 필터의 성능을 회복하기 위해, L/C 소자들의 각각에 음 저항이 추가되어야 할 것이며, 즉, 본 발명의 11 극 필터(11 pole filter)의 경우, 도 3에 도시된 것과 같이 총 5 개의 저항  $R_{N1}$ ,  $R_{N2}$ ,  $R_{N3}$ ,  $R_{N4}$  그리고  $R_{N5}$ 를 추가해야 할 것이다. 그러나 필터의 비용, 필터의 크기 그리고 필터의 전력 소비는 상당히 증가할 것이다.
- [0043] 도 4는 다른 해법을 도시한다. 상기 해법은, 캐패시터( $Cr1$ )와 직렬로 연결된 두 인덕터( $Lr1$ ) 중의 하나에 직렬로 특정하게 위치된 하나의 단일 음 저항을 도입함으로써 구성되며, 이는  $F_c$ 에 가장 가까운 전송영점이 생성되도록 한다. 또한, 인덕터의 기생 저항성분만의 값보다 더 높은 값을 갖는 음 저항( $R_{N1}$ )을 취함으로써, 이러한

저항은 차단 주파수( $F_c$ ) 근처에서의 회로망의 거의 모든 손실이 보상되도록 한다.

- [0044] 예컨대, 전통적으로 하나의 바이폴라 트랜지스터(bipolar transistor) 또는 두 개의 바이폴라 트랜지스터를 갖는 구조를 이용하여 설계되는,  $\sim 7$  옴의 값을 갖는 음 저항( $R_N$ )은  $\sim 1$  옴의 기생 저항성분의 값이 보상되도록 한다.
- [0045] 도 7은 그러한 음 저항의 구성을 도시한다. 트랜지스터들의 포트 1과 포트 2는 트랜지스터들의 베이스에 연결된다. 각각의 트랜지스터의 콜렉터는 마주보는 트랜지스터의 베이스에 연결된다. 바이어스 전압(bias voltage)은 이미터들의 공통 지점(common point)에 인가된다. 많은 수의 다른 회로들은 음 저항이 시뮬레이션 되는 것을 허용한다.
- [0046] 시뮬레이션 결과는, 이러한 필터는, 특히 상기 필터가 DVB-H/T 수신기 시스템으로 삽입될 경우에, 전기적 불안정성의 잠재적 근원이라는 것을 나타낸다.
- [0047] 일반적으로 이용되는 것과 같은, 필터링 회로망의 처음의 구조를 다시 참조하면, 특히 이러한 회로망 내의 LC 공진기들의 위치 선정, 즉, 상기 회로망의 한 끝에 위치하며 상기 필터의 차단 주파수( $F_c$ )에 가장 가까운 주파수에서 공진하는 LC 공진기들 중의 하나를 상기 회로망의 중앙으로 옮김으로써, 그리고 이러한 LC 공진기에 직렬로 음 저항을 삽입함으로써, 상기 불안정성의 문제는 추가적으로 극복된다. 상기 회로망의 전체의 손실을 보상하기 위해, 이러한 저항의 값은 반드시 한 인덕터만의 기생 저항성분보다 커야하며, 상기 필터를 동작 대역 내에서 재-정합시키기 위해 상기 회로망의 다른 L과 C 소자들의 값들은 다시 최적화되어야 한다.
- [0048] 도 5는, 회로망의 중앙에 하나의 단일 음 저항을 포함하는 그러한 능동 저역-통과 필터를 도시한다. 이러한 능동 저역-통과 필터는 입력 포트(Port1)와 출력 포트(Port2) 사이에 6개의 직렬 커플링 인덕터를 포함한다. 상기 필터의 차단 주파수( $F_c$ )에 가장 가까운 주파수에서 공진하는, 상기 공진 요소들 중의 하나( $Lr1/Cr1$ )가 상기 필터의 중앙에 삽입되도록, 5 개의 공진 요소가 배치된다. 이러한 공진기( $Lr1/Cr1$ )에 음 저항( $R_N1$ )이 직렬로 삽입된다.
- [0049] 두 공진 소자( $Lr2/Cr2$ )는 중앙 소자의 양쪽의 각각에 배치되며, 공진 소자  $Lr4/Cr4$ 와  $Lr3/Cr3$ 는 상기 필터의 양 끝에 연결된다.
- [0050] 상기 공진 요소들의 값들은 그 후 희망하는 선택도와 정합 성능이 달성되는 방법으로 최적화된다.
- [0051] 하나의 단일한, 적절하게 배치된, 음 저항의 추가는 대부분의 결정적인(critical) 인덕터들의 기생 저항성분이 보상되도록 하며, 일반적으로 이용되는 것과 같은 초기의 필터링 회로망의 수정은 상기 필터를 무조건 안정(unconditionally stable)하게 만든다.
- [0052] 도 6은 본 발명에 따른 능동 저역-통과 필터의 시뮬레이션 된 응답 곡선을 도시한다. 원하지 않는 GSM 대역의 감쇠는 40 dB 보다 높게 도달한다는 것을 알 수 있다. 상기 곡선의 점( $m2$ )은 890 MHz의 주파수에서의 -43.71 dB의 감쇠에 대응한다. 점( $m1$ )은 860 MHz의 주파수에서의 -0.33 dB의 손실을 나타낸다. 삽입 손실은 따라서 매우 낮게 머무른다.
- [0053] 또한, 상기 필터의 두 포트에서의 시뮬레이션 된 반사 파라미터(reflection parameters)는 음의 값이므로, 상기 필터링 디바이스는 완전히 전기적으로 안정하다.
- [0054] 획득된 필터는 DVB-H/T 대역에서의 삽입 손실의 관점에서 그리고 원하지 않는 GSM 대역의 차단의 관점에서 모두 만족스러운 성능을 나타낸다. 동작 주파수가 상대적으로 낮은( $<1$  GHz) 이러한 특정 응용의 경우, 필터의 소형 특성(compact nature)을 보존하기 위해 해당 LC 소자들은 개별 소자(discrete element)(또는 지역화된, SMC 유형의)일 수도 있으나, 특히, 더 높은 주파수에서의 응용을 위해 이러한 LC 소자들이, 예컨대 전송 선로(transmission line)와 같은, 분포 소자(distributed elements)로부터 형성될 때, 이러한 개념은 또한 다른 기술들에 응용 가능하다는 것이 명백하다.

### 산업상 이용 가능성

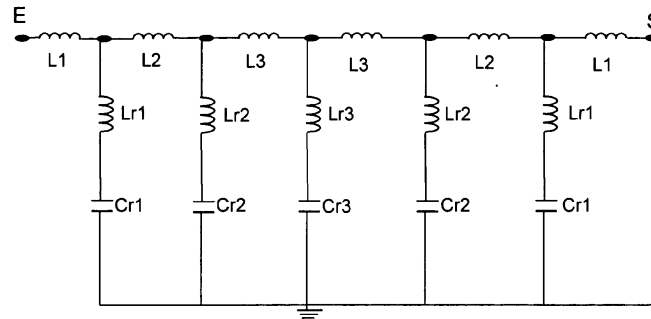
- [0055] 본 발명은 선택적 능동 저역-통과 필터에 이용 가능하며 능동 저역-통과 필터의 선택도를 개선시키는 방법에 이용 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

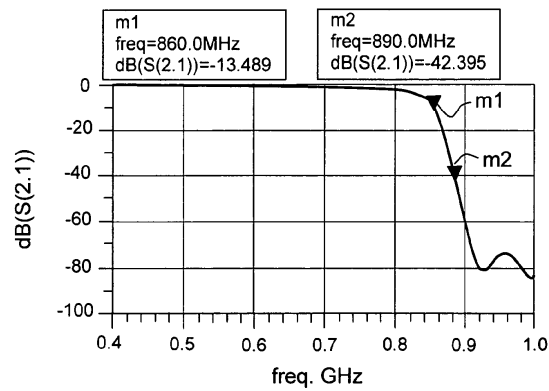
- [0030] 도 1은, 이미 위에서 설명된, 종래 기술에 따른 저역-통과 필터를 도시하는 회로도.
- [0031] 도 2는, 이미 위에서 설명된, 기생 성분들을 고려한 저역-통과 필터의 시뮬레이션 된 응답 곡선에 대응하는 그래프.
- [0032] 도 3은 음 저항을 포함하는 능동 저역-통과 필터의 회로망을 도시하는 회로도.
- [0033] 도 4는 회로망의 한 끝에서 하나의 단일 음 저항을 포함하는 능동 저역-통과 필터의 회로망을 도시하는 회로도.
- [0034] 도 5는, 회로망의 중앙에 하나의 단일 음 저항을 포함하는, 본 발명에 따른 능동 저역-통과 필터의 회로망을 도시하는 회로도.
- [0035] 도 6은 본 발명에 따른 능동 저역-통과 필터의 시뮬레이션 된 응답 곡선을 도시하는 그래프.
- [0036] 도 7은 음 저항의 구성을 도시하는 회로도.

## 도면

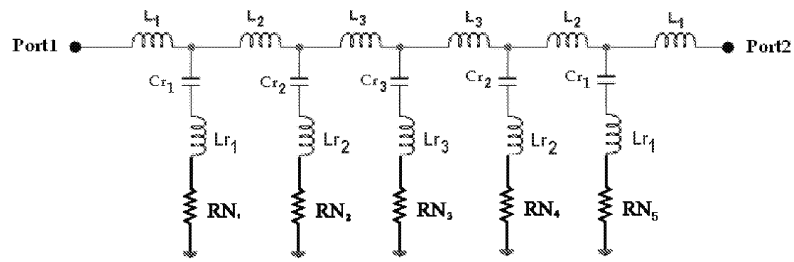
도면1



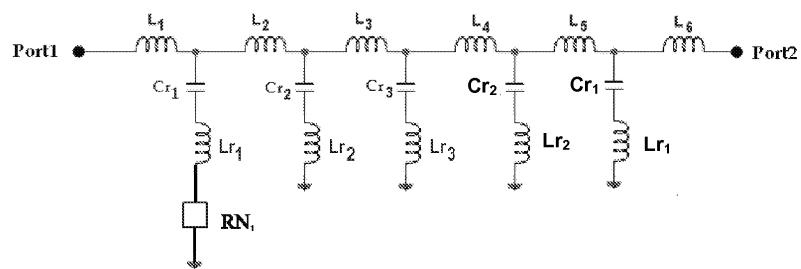
도면2



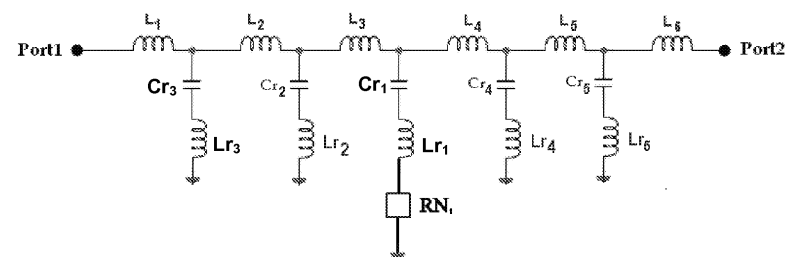
도면3



도면4

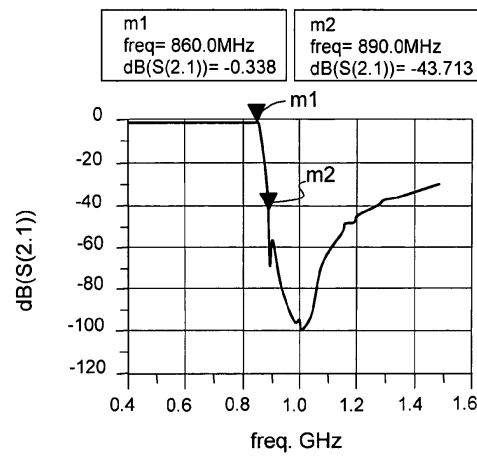


도면5





도면6



도면7

