論文2000-37TC-12-4

CATV/DBS용 신호분기기의 새로운 해석법 및 광대역 설계

(A New Analysis Method and Broad-Band Design of Tap-Offs for CATV/DBS Systems)

金 東 一 *, 黃 載 賢 *, 柳 昡 旭 *, 河 度 勳 *, 鄭 世 謨 *

(Dong Il Kim, Jae Hyun Hwang, Hyun Wook Ryu, Do Hoon Ha, and Se-Mo Chung)

요 약

CATV(Cable Television) 및 DBS(Direct Broadcasting Satellite)시스템용 신호분기기(Tap- Off)에 대한 4-port 회로망의 해석법과 3-port회로망의 해석법을 제안하고, 이를 비교 및 검토한다. 해석법으로는 결합선로형 방향성결합기의 우·기 모오드 이론을 도입하여 변성기형 방향성결합기에 적용하였다. 제안한 해석방법의 타당성을 입증하기 위하여 등가회로를 제안하고, 분기특성을 시뮬레이션한 결과와 실험결과를 비교 검토하여 서로 잘 일치함을 보이고, 5 MHz ~2,500 MHz까지 광대역화하였다.

Abstract

A new analysis method of Tap-Off for CATV and DBS systems was proposed and investigated by using 4-port and 3-port equivalent circuits. As an analysis method the even · odd-mode theory for a symmetrical coupled-line directional coupler was introduced, and then it was applied to transformer type directional coupler. By comparing the results of simulation and measurement, the validity of the proposed analysis method was confirmed. Furthermore, the Tap-off has been broadened from 5 MHz to 2,500 MHz by adopting the proposed theory.

Ⅰ. 서 론

1950년대 미국에서 난시청 지역을 해결하기 위하여 공동안테나(Master Antenna)를 세우고 신호를 배분하는 Community Antenna Television으로 시작한 CATV는 광대역 특성을이용하여 다양한 방송과 문자 및 정보서비스 기능을 제공하는 등 종합유선방송(Cable TV)으로 발전했으며, 구미 등 선진국에서는 그 가입율이 점차 증가하고 있으며 각 국가별 가입율은 뉴미디어 정책 등 국내사정에 따라서 크게 차이가 나고 있다. 현재까지 대부분의 TV방송은 시청자가 방송국으부터 일방적으로 송신된 TV전파를 받아 시청하는 단방향 서비스를 이용해 왔다. 이러한 수신방법에 대해 신기술 발달과 더불어, 초고속정보통신망에 대한 공감대가 형성되어 CATV나 주문형 비디오 (VOD :Video On Demand) 사업자로 부터 쌍방향으로 전환하려는 움직임이 일어났다. 이러한 VOD 서비스는 가입자들이 시간에 관계없이 특정프로그램을 선택하여 시청할 수 있으며, 마치 VTR을 자유 조작하듯이 할 수 있다. 또한 비디오 프로그램 수신뿐만 아니라, 비디오 게임, 홈쇼핑, 홈뱅킹 등 다양한 화상정보를 제공하여 화상정보에 의한 정보통신서비스가 가능하게 된다.

* 正會員, 韓國海洋大學校
(Korea Maritime University)

※ 본 연구는 1998년도 정보통신연구진흥원의 대학기초 연구지원사업(과제번호 : C1-98-0353)의 연구지원에 의하여 이루어졌음.

接受日字:1999年9月9日, 수정완료일:2000年10月31日

CATV는 기존방송과는 다른 다채널 전문방송으로서 영화, 오락, 뉴스, 다큐멘터리, 스포츠, 교육, 바둑, 홈쇼핑 등 다양한 채널을 통해 정보화시대를 이끌 것이다. 앞으로 CATV는 방송 이외의 부가서비스의 제공으로 화상전화, 인터넷서비스, VOD, 원격교육, 의료 등 CATV를 통해 멀티미디어 서비스를 받을 수 있을 것이다[1]. 이와 같은 CATV 시스템은 급속한 발전을 계속하고 있는 한편, 그 기술적인 요구도 더욱 엄격해져 가고 있다.

CATV 시스템의 중요한 기본소자로는 신호분기기(Tap-Off or Tap Unit) 및 신호분배기(Power Splitter)가 있으며, 이들이 불량할 경우, Ghost 현상이나 화면의 찌그러짐, 전송정보의 손실, 채널확대의 한계 등이 생기게 된다.

최근 신호분기기 회로에 대한 이론해석 및 설계법이 검토된 바 있으나, 실제 제작되어 시판되고 있는 Tap-Off는 특성이 불량하고, 주파수 특성이 일정하지 못하며, 대역폭이 5~600 MHz 이내이다. 이에 따라 정보를 양호하게 전송하는데 문제가 되고 있다. 현재 DBS(Direct Broadcasting Satellite)의 확대와 가입자의 증대, 다채널 영상서비스와 부가정보통신 서비스의 확대로 사용주파수 대역폭이 유럽의 경우 CATV는 5~770 MHz, DBS는 1035~2150 MHz이고, 일본의 경우는 CATV는 10~770 MHz, DBS는 950~2150 MHz로 확장되었다.

본 논문에서는 새로운 해석법으로 결합선로형 방향성결합기의 완전정합조건인 $Z_0=\sqrt{Z_{in}^e \cdot Z_{in}^o}$ 을 변성기형 방향성결합기에서도 성립되는 것을 확인함으로써 특성이 양호해지는 변성기형 방향성결합기의 조건을 구하고, 반사계수 20dB, isolation 25dB를 만족하는 신호분기기(14dB)의 광대역화(5~2,450 MHz)를 실현하였다.

Ⅱ. 우·기 모드 해석법의 적용

1. 결합선로형 방향성결합기의 이론

결합선로형 방향성결합기의 이론을 변성기형 방향성결합기에 적용하기로 한다. 그림 1과 2는 두 축 대칭이지만 변성기형 방향성결합기의 해석에 적용하기 위해 한축 대칭으로 간주하여 해석한다.

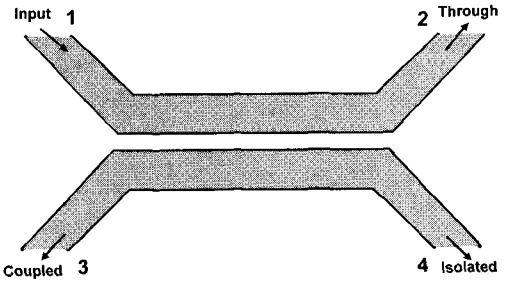


그림 1. 결합선로형 방향성결합기의 구조
Fig. 1. The structure of coupled-line directional coupler.

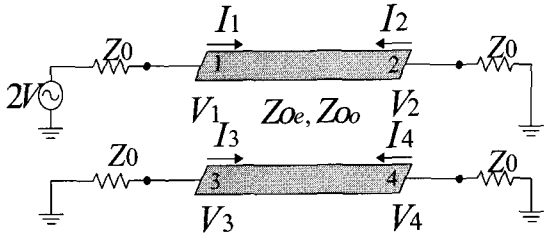


그림 2. 결합선로형 방향성결합기의 등가회로
Fig. 2. The equivalent circuit of coupled-line directional coupler.

그림 3은 Even 모오드(동상동전압)일 때와 Odd 모오드(역상동전압)로 각각 여진 시켰을 때의 등가회로이다.

입력임피던스는 식 (2.1)과 같이 된다[1].

$$Z_{in}=\frac{V_1}{I_1}=\frac{V_{1e}+V_{1o}}{I_{1e}+I_{1o}} =Z_0+\frac{2(Z_{in}^e Z_{in}^o-Z_o^2)}{Z_{in}^e+Z_{in}^o+2Z_0} \tag{2.1}$$

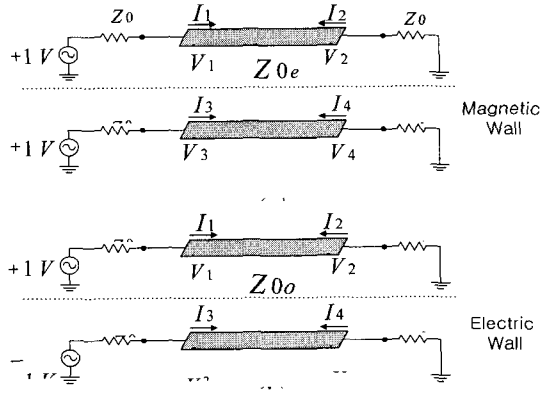


그림 3. Even mode 여진(a)과 Odd mode 여진(b)시 등가회로
Fig. 3. The coupled line circuit into Even(a), Odd mode(b) excitation.

여기서,

$$V_{1e}=V\frac{Z^{e}_{in}}{Z^{e}_{in}+Z_0} \qquad V_{1o}=V\frac{Z^{o}_{in}}{Z^{o}_{in}+Z_0}$$

$$I_{1e}=\frac{V}{Z^{e}_{in}+Z_0} \qquad I_{1o}=\frac{V}{Z^{o}_{in}+Z_0}$$

이다.

$$Z_0=\sqrt{Z^{e}_{in}\cdot Z^{o}_{in}} \tag{2.2}$$

일 때 $Z_{in}=Z_0$ 가 되어 포트1은 정합되며, 대칭성에 의해 다른 모든 포트도 정합된다. 이 결과를 변성기형 방향성결합기에 적용하기로 한다.

2. 4-port 회로망의 우·기 모오드 해석법

그림 4는 종래부터 사용되어지고 있는 약결합형 신호분기기기이다. 그림 5는 회로의 특성에 크게 영향을 주지 않는 콘덴서를 제거한 변성기형 방향성결합기의 등가회로이다[2].

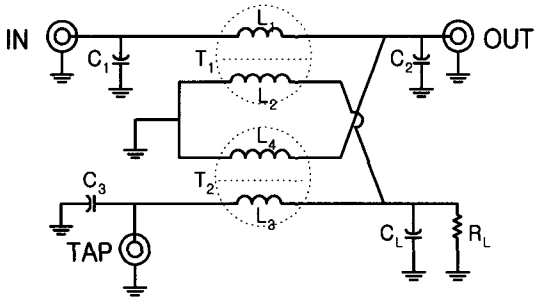


그림 4. 종래의 약결합형 신호분기기
Fig. 4. Weakly-Coupled Tap-Off.

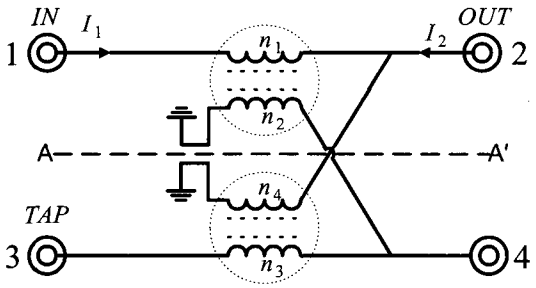


그림 5. 변성기형 방향성결합기의 등가회로
Fig. 5. The equivalent circuit of the directional coupler.

그림 6은 우리가 제안한 변성기형 방향성결합기의 등가회로이다. 그림 6에서 보는 바와 같이 A-A'를 기준으로 한축 대칭으로 간주하자. 대칭성을 이용하여 Even과 Odd mode의 경우로 해석을 하면 아래와 같다[3].

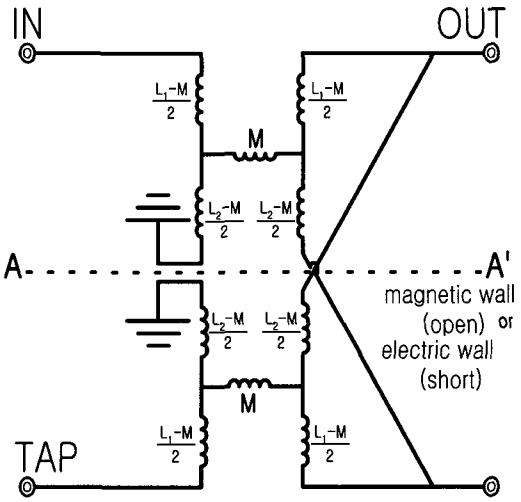


그림 6. 제안한 변성기형 방향성결합기의 등가회로
Fig. 6. Proposed equivalent circuit of transformer type directional coupler.

(1) EVEN 모오드의 임피던스

① 포트1이 입력단인 경우

그림 6을 Even mode 여진시 대칭축은 open(magnetic wall)이 되며, 그림 7과 같은 등가회로로 나타내어지고, 입력임피던스 Z^{e}_{in}는 식 (2.3)과 같다.

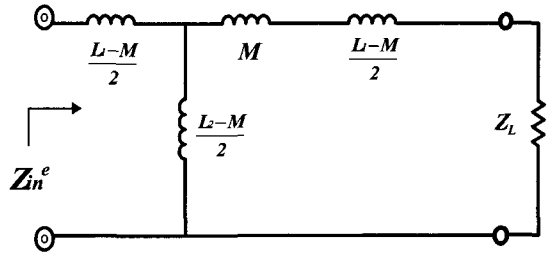


그림 7. Even mode 여진시 등가회로
Fig. 7. The equivalent circuit for Even mode excitation.

$$Z^{e}_{1,in}=\frac{-\omega^2(2L_1L_2+L_1^2-2L_1M-M^2)}{2\cdot\{j\omega(L_1+L_2)+2\cdot Z_L\}}+\frac{2\cdot j\omega\cdot Z_L(L_1+L_2-2M)}{2\cdot\{j\omega(L_1+L_2)+2\cdot Z_L\}} \tag{2.3}$$

② 포트 2가 입력단인 경우

그림 8은 포트 2에서 Even mode 여진시 등가회로이며, 포트 2에서 들여다본 입력 임피던스는 식 (2.4)와 같다.

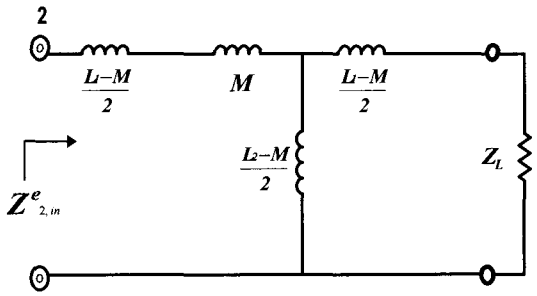


그림 8. Even mode 여진시 등가회로
Fig. 8. The equivalent circuit for Even mode excitation.

$$Z^{e}_{2,in}=\frac{-\omega^2(L_1^2+2L_1L_2-2L_1M-M^2)+2j\omega\cdot Z_L(L_1+L_2)}{2\{j\omega(L_1+L_2)+2Z_L\}} \quad (2.4)$$

(2) ODD모드 임피던스

① 포트 1이 입력단인 경우

Odd mode 여진일 때는 대칭축은 short (Electric wall)가 되며, 그림 9와 같은 등가회로가 얻어지고, 입력임피던스 Z^{o}_{in}는 식 (2.5)와 같다.

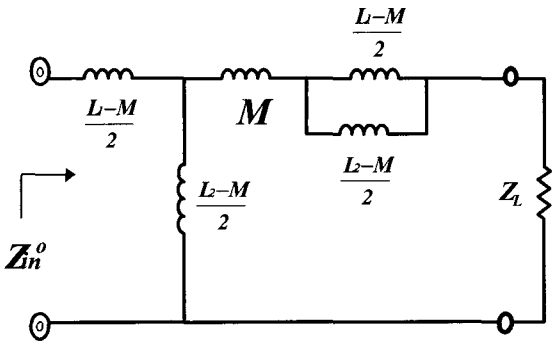


그림 9. Odd mode 여진시 등가회로
Fig. 9. The equivalent circuit for Odd mode excitation.

$$Z^{o}_{1,in}=\frac{j\omega^3(-2L_1L_2^2+4L_1L_2M+2L_1M^2-2L_1^2L_2+2L_2M^2-4M^3)}{-2\omega^2(L_2^2-2L_2M-M^2+2L_1L_2)+4\cdot Z_L\cdot j\omega(L_1+L_2-2M)}$$
$$+\frac{-2\omega^2\cdot Z_L(L_1^2+2L_1L_2-4L_1M-4L_2M+4M^2+L_2^2)}{-2\omega^2(L_2^2-2L_2M-M^2+2L_1L_2)+4\cdot Z_L\cdot j\omega(L_1+L_2-2M)} \quad (2.5)$$

② 포트 2가 입력단인 경우

그림 10은 포트 2에서 Even mode 여진시 등가회로이며, 포트 2에서 들여다본 입력 임피던스는 식 (2.6)과 같다.

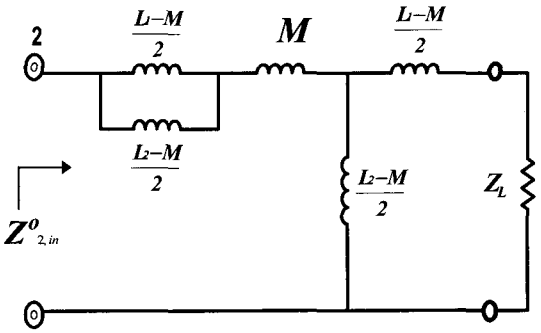


그림 10. Odd mode 여진시 등가회로
Fig. 10. The equivalent circuit for Odd mode excitation.

$$Z^{o}_{2,in}=\frac{j\omega^3(-2L_1L_2^2+4L_1L_2M+2L_1M^2-2L_1^2L_2+2L_2M^2-4M^3)}{-2\omega^2(L_2^2-2L_2M-M^2+2L_1L_2)+4\cdot Z_L\cdot j\omega(L_1+L_2-2M)}$$
$$+\frac{-2\omega^2\cdot Z_L(L_1^2+2L_1L_2-4L_1M-4L_2M+4M^2+L_2^2)}{-2\omega^2(L_2^2-2L_2M-M^2+2L_1L_2)+4\cdot Z_L\cdot j\omega(L_1+L_2-2M)} \quad (2.6)$$

이상에서 구해진 Z^{e}_{in}, Z^{o}_{in}를 식 (2.5)에 대입하여 구한 값이 선로의 특성임피던스인 75 Ω과 같으면 포트의 정합이 이루어진다.

$$Z_0=\sqrt{Z^{e}_{in}\cdot Z^{o}_{in}} \quad (2.7)$$

$Z^{e}_{1,in}$, $Z^{o}_{1,in}$, $Z^{e}_{2,in}$, $Z^{o}_{2,in}$을 사용하여 구한 반사계수는 식 (2.8)~(2.9)와 같다.

$$\Gamma^{e}_{1,in}=\frac{Z^{e}_{1,in}-Z_L}{Z^{e}_{1,in}+Z_L} \quad \Gamma^{o}_{1,in}=\frac{Z^{o}_{1,in}-Z_L}{Z^{o}_{1,in}+Z_L} \quad (2.8)$$

$$\Gamma^{e}_{2,in}=\frac{Z^{e}_{2,in}-Z_L}{Z^{e}_{2,in}+Z_L} \quad \Gamma^{o}_{2,in}=\frac{Z^{o}_{2,in}-Z_L}{Z^{o}_{2,in}+Z_L} \quad (2.9)$$

식 (2.8), (2.9)에서 구한 반사계수를 사용하여 구한 산란파라미터는 식 (2.10)~(2.12)와 같다.

$$S_{11}=20\log\left|\frac{\Gamma^{e}_{1,in}+\Gamma^{o}_{1,in}}{2}\right|=20\log\left|\frac{Z^{e}_{1,in}\cdot Z^{o}_{1,in}-Z_L^2}{(Z^{e}_{1,in}+Z_L)(Z^{o}_{1,in}+Z_L)}\right| \quad (2.10)$$

$$S_{31}=20\log\left|\frac{\Gamma^{e}_{1,in}-\Gamma^{o}_{1,in}}{2}\right|=20\log\left|\frac{Z_L(Z^{e}_{1,in}-Z^{o}_{1,in})}{(Z^{e}_{1,in}+Z_L)(Z^{o}_{1,in}+Z_L)}\right| \quad (2.11)$$

$$S_{22}=20\log\left|\frac{\Gamma^{e}_{2,in}+\Gamma^{o}_{2,in}}{2}\right|=20\log\left|\frac{Z^{e}_{2,in}\cdot Z^{o}_{2,in}-Z_L}{(Z^{e}_{2,in}+Z_L)(Z^{o}_{2,in}+Z_L)}\right| \quad (2.12)$$

3. 3-port 등가회로망으로 간주한 새로운 해석법

시뮬레이션 그림에서 보는 바와 같이 Ⅱ-2의 해석에서는 S_{31}과 S_{22}가 서로 바뀌는 결과가 나타났다. 이 문제점을 해결하기 위하여 3-Port 등가회로를 제안하고 이 등가회로를 이용한 해석법에 관하여 검토한다.

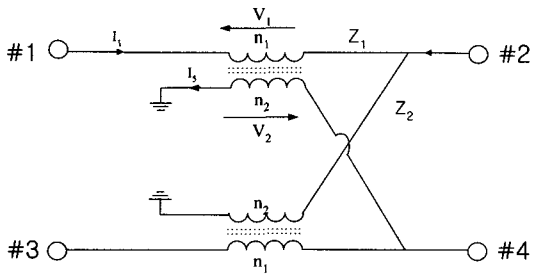


그림 11. 신호분기기 전압 · 전류
Fig. 11. The voltage and current of Tap-Off.

그림 11에서 변성기 부분의 전압, 전류 방정식은

$$n_1 I_1 = n_2 I_2$$
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \tag{2.13}$$

과 같으며, 따라서 식 (2.14)와 같이 정리된다.

$$V_1 = V_1, \quad V_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{r} V_1$$
$$I_1 = \frac{V_1}{Z}, \quad I_2 = \frac{n_1}{n_2} I_1 = r \frac{V_1}{Z} \tag{2.14}$$

단, $r = \frac{n_1}{n_2}$

또한, 선로 임피던스 Z_1 및 Z_5는

$$Z_1 = \frac{V_1}{I_1} = Z$$
$$Z_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{(1/r)V_1}{rV_1/Z} = \frac{Z}{r^2} \tag{2.15}$$

과 같이 놓을 수 있다. 따라서, $Z_1(=Z)$은

$$Z_0 = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{Z^2/r^2}{Z + Z/r^2} = \frac{Z}{1+r^2}$$

또는 $Z = (1+r^2)Z_0$ (2.16)

이다. 즉, Z_1, Z_2는 식 (2.17)과 같다.

$$Z_1 = (1+r^2)Z_0$$
$$Z_2 = \frac{1+r^2}{r^2} Z_0 \tag{2.17}$$

여기서 Z_1, Z_2는 선로의 임피던스이다. 이를 이용하여 3-port 해석에 적용하고자 한다.

그림 6의 4-port 회로를 3-port 등가회로로 나타내면 그림 12와 같다.

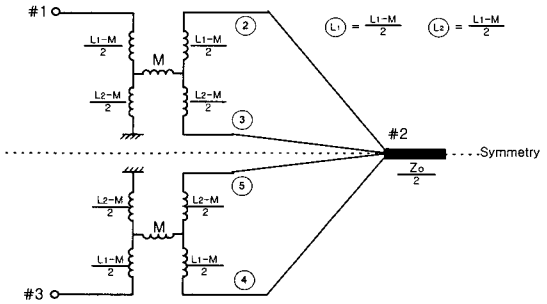


그림 12. 신호분기기의 3-Port 등가회로
Fig. 12. The 3-Port equivalent circuit of Tap-Off.

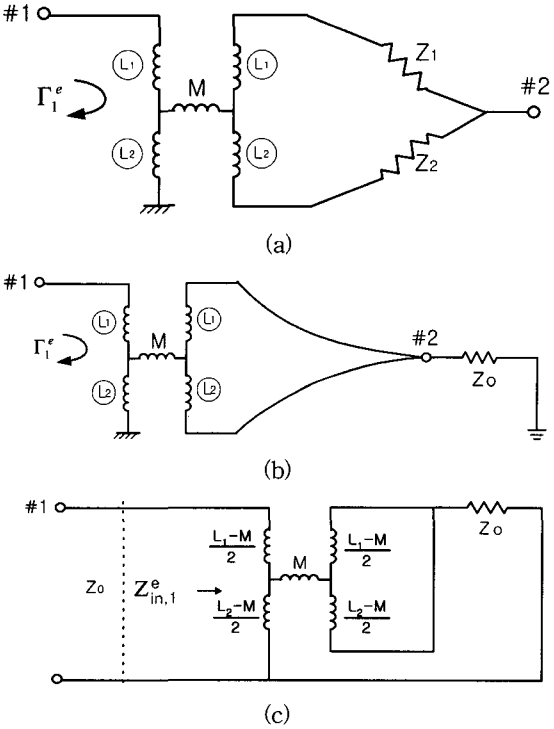


그림 13. Even mode 여진시 등가회로
Fig. 13. The equivalent circuit for Even mode excitation.

그림 12의 3-port의 등가회로에서 port-1, 3를 Even-mode 여진시켰을 때 등가회로는 그림 13의 (a), (b) 단계를 거쳐서 (c)가 되고, port-1에서 들여다 본 Even-mode 입력임피던스를 구하여 반사계수를 구하면 식(2.18)과 같다.

$$\Gamma_1^e = \frac{Z_{in,1}^e - Z_o}{Z_{in,1}^e + Z_o} \tag{2.18}$$

그림 14는 Odd-mode 여진시의 등가회로이며 마찬가지로 port-1에서 들여다 본 Odd-mode에 대한 반사계수는 식(2.19)와 같다.

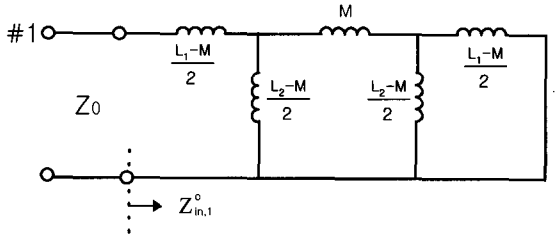


그림 14. Odd mode 여진시 등가회로
Fig. 14. The equivalent circuit for Odd mode excitation.

$$\Gamma_1^o = \frac{Z_{in,1}^o - Z_o}{Z_{in,1}^o + Z_o} \tag{2.19}$$

식 (2.18) 및 (2.19)의 반사계수를 이용하여 S_{11}을 구하면 식 (2.20)으로 주어지고, 문헌[3]에 의하여 결합도 C와 S_{13}의 관계는 식 (2.21)과 같이 놓을 수 있다.

$$S_{11} = \Gamma_1^e \tag{2.20}$$

$$S_{31} = C = \frac{n_1}{n_2} \tag{2.21}$$

또한, 그림 15와 16은 port-2에서 Even과 Odd-mode 여진시 등가회로이며, 이때 반사계수는 각각 식 (2.22)와 (2.23)으로 주어진다.

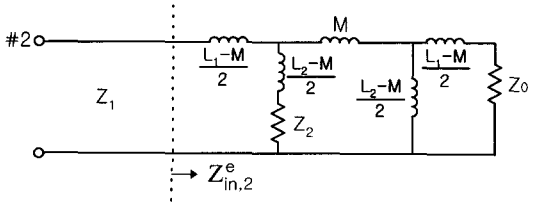


그림 15. Even mode 여진시 등가회로
Fig. 15. The equivalent circuit for Even mode excitaiton.

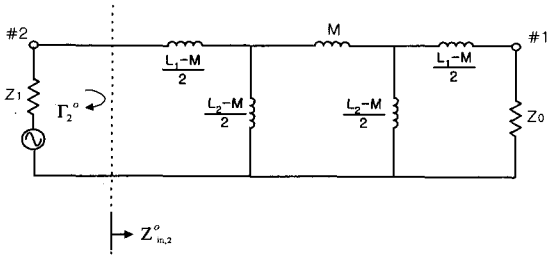


그림 16. Odd-mode 여진시 등가회로
Fig. 16. The equivalent circuit for Odd mode excitation.

$$\Gamma_2^e = \frac{Z_{in,2}^e - Z_1}{Z_{in,2}^e + Z_1} \tag{2.22}$$

$$\Gamma_2^o = \frac{Z_{in,2}^o - Z_1}{Z_{in,2}^o + Z_1} \tag{2.23}$$

따라서, 위의 반사계수로부터 산란파라미터를 구하면 다음과 같다.

$$S_{21} = \frac{1}{\sqrt{2}} T_{12}^e \cong \sqrt{[1 - (\Gamma_2^e)^2]} \tag{2.24}$$

$$S_{42} = \frac{1}{2} (\Gamma_2^e - \Gamma_2^o) \tag{2.25}$$

그리고 port 2에서의 출력을 b_2라 하고 $b_2^2 = (2S_{22})^2 = (\Gamma_2^e)^2$으로 놓으면,

$$S_{22} = \frac{1}{4} \Gamma_2^e \tag{2.26}$$

$$S_{14} = \sqrt{1 - |S_{11}|^2 - |S_{12}|^2 - |S_{13}|^2} \tag{2.27}$$

된다.

Ⅲ. 시뮬레이션 및 실험결과

1. 시뮬레이션

(1) 4-port 등가회로의 시뮬레이션

본 연구에서 Even, Odd mode로 시뮬레이션하기 위해 그림 5에서의 Turn수는 $n_1 = 0.9$, $n_2 = 4.9$ 로 하고, $n_1 = n_3$, $n_2 = n_4$ 로 한다. 주파수분산식[4]을 이용한 코일의 투자율 μ는 식 (3.1)과 같다.

$$\mu = 1 + \frac{K}{1 + j\frac{f}{f_m}} \tag{3.1}$$

단, K는 초투자율, f는 측정주파수, f_m은 완화주파수이다.

식 (3.1)을 이용해 각각의 권선의 인덕턴스 및 상호 인덕턴스는 식 (3.2)과 같다.

$$L_1=\mu L_0 n_1^2 \quad L_2=\mu L_0 n_2^2 \quad M=k\sqrt{L_1 L_2} \qquad (3.2)$$

단, k는 자기결합계수, L_0는 페라이트 코어의 기하학적 구조에 의해 정해지는 상수이다. 식 (3.1) 및 (3.2)를 Z_{in}^e 및 Z_{in}^o에 대입하여, 시뮬레이션한 결과는 그림 17과 같으며, $\sqrt{Z_{in}^e \cdot Z_{in}^o} \simeq Z_0$로 각 포트는 정합이 잘 되었음을 보여주고 있다. 또한, 4-port 등가회로를 이용한 경우의 산란파라미터를 그림 18에 나타낸다.

그림 18에서 S_{31}과 S_{22}가 뒤바뀌어 있는데 이것은 전송선로부분이 교차하고 있는 부분 때문인 것으로 판단된다.

(2) 3-port 등가회로의 시뮬레이션

그림 19는 II-3에 기술한 3-port 등가회로로부터 얻은 산란파라미터를 나타낸다. 그림으로부터 4-port 회로망의 문제점이 해결됨을 확인할 수 있다.

그림 20과 21은 각각 포트 1과 포트2에서 측정한 입력임피던스를 나타내는데, Even과 Odd모드 입력임피던스가 식 (2.2)의 관계를 잘 만족하고 있음을 알 수 있다.

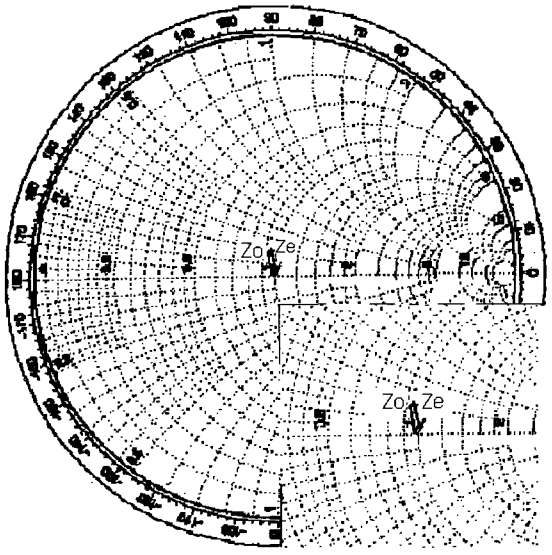


그림 17. Even · Odd 여진시의 입력임피던스의 시뮬레이션 결과

Fig. 17. The simulation results of input impedance for Even · Odd excitation.

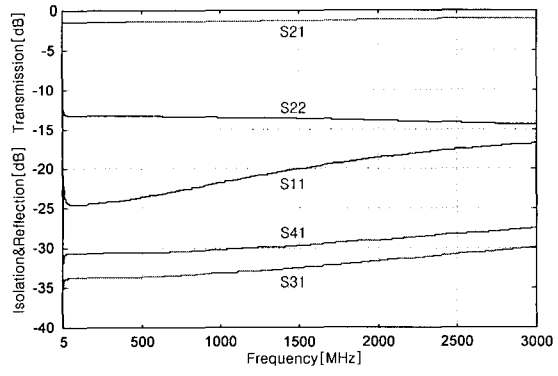


그림 18. 4-Port 등가회로 해석법에 의한 주파수특성

Fig. 18. The frequency characteristics by the analysis method of 4-Port equivalent circuit

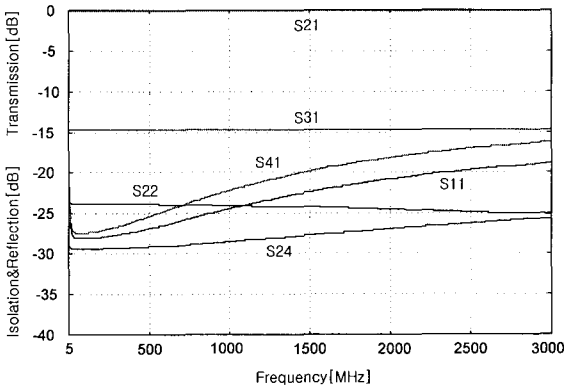
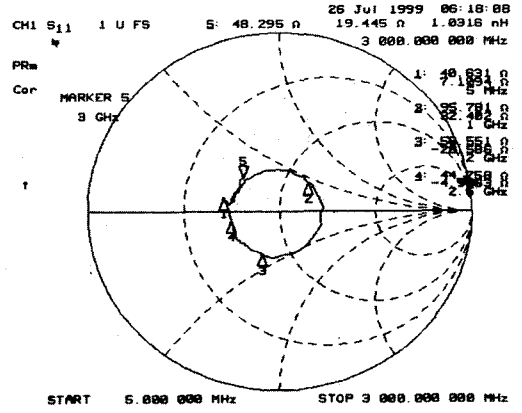


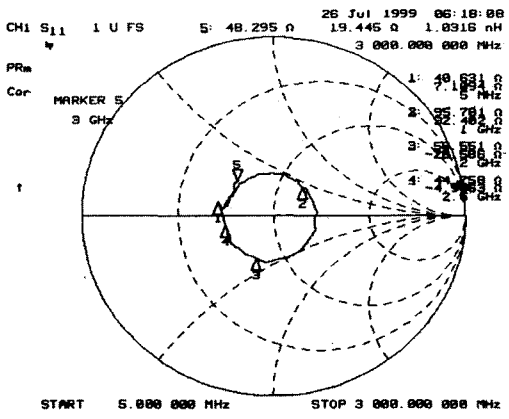
그림 19. 3-Port 등가회로 해석법에 의한 주파수특성

Fig. 19. The frequency characteristics by the analysis method of 3-Port equivalent circuit.



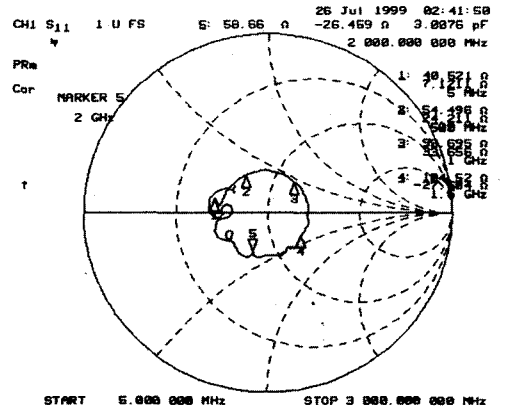
(a) Even 모오드 여진시

(a) For Even mode exctation

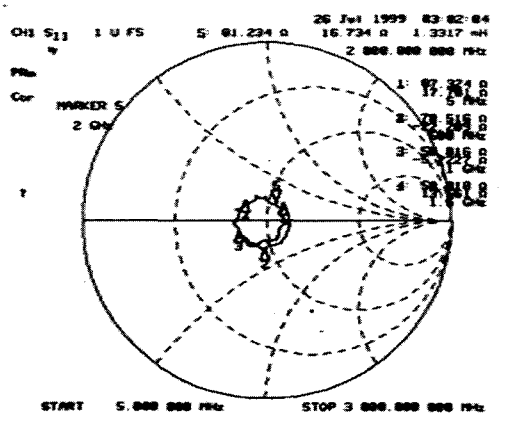


(b) Odd 모오드 여진시
(b) For Odd mode excitation

그림 20. Port 1에서 측정된 입력임피던스
Fig. 20. The measured input impedance at Port 1.



(a) Even 모오드 여진시
(a) For Even mode excitation



(b) Odd 모오드 여진시
(b) For Odd mode excitation

그림 21. Port 2에서 측정된 입력임피던스
Fig. 21. The measured input impedance at Port 2.

그림 22는 그림 20과 21에서 Even 모오드 여진시의 측정된 Γ_1^e, Γ_2^e와 Odd 모오드 여진시 측정된 Γ_1^o, Γ_2^o, 그리고 T_1^e, T_1^o에 의해 계산된 산란파라미터이다.

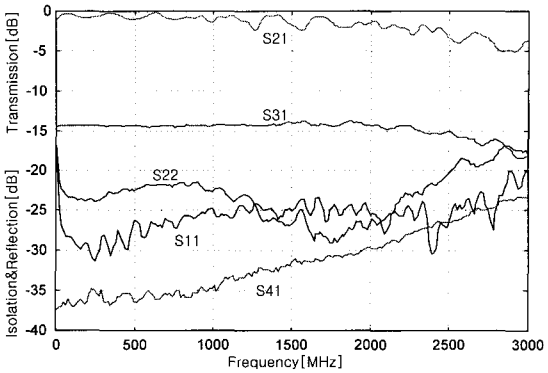


그림 22. 측정된 Even · Odd mode 반사계수와 투과계수로부터 얻은 주파수 특성
Fig. 22. The frequency characteristics from the measured reflection and transmission coefficient of Even · Odd mode

2. 실험 결과

그림 21은 내부 전송선로를 Microstrip Line으로 구성하여 제작한 신호분기기의 사진이다. Microstrip Line의 선로폭은 특성임피던스가 75Ω일 때 식 (3.3)에 의해 계산되며, 이때, 유전율 $\varepsilon_r=3$ 인 기판을 사용하였다. 전송선로 내부의 특성임피던스(75 Ω)를 매칭시키는 선로폭은 식(3.3)[5]으로 계산되었으며, 이를 제작하여 전송선로로 구성하였다.

$$Z_0=\frac{120\pi/\sqrt{\varepsilon_{ff}}}{W/h+1.393+0.667\ln(W/h+1.444)} \qquad (3.3)$$
$$\varepsilon_{ff}=\frac{\varepsilon_r+1}{2}+\frac{\varepsilon_r-1}{2}(1+12\frac{h}{W})^{-1/2}$$

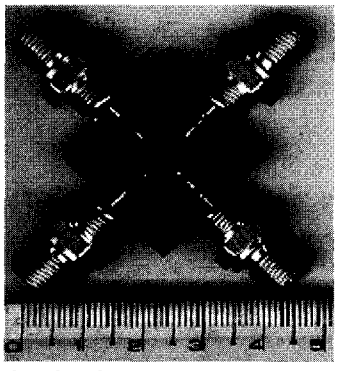


그림 23. 전송선로가 Microstrip Lines로 구성된 신호분기기
Fig. 23. The Tap-Off with Microstrip Lines (microstrip width = 0.63 mm, $\varepsilon_r=3$).

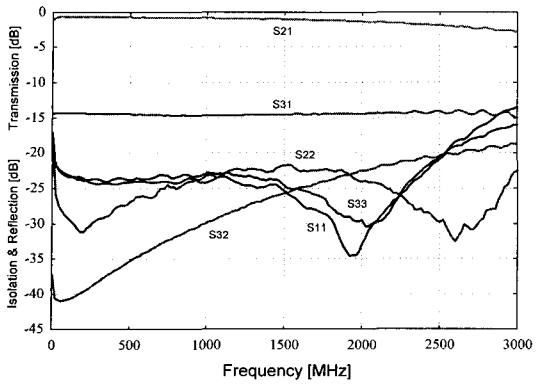


그림 24. 14.7dB 결합도를 가지는 신호분기기의 측정된 주파수특성

Fig. 24. The measured frequency characteristics of Tap-Off with 14.7dB coupling.

그림 24는 내부전송선로가 Microstrip Line으로 구성된 신호분기기를 제작하여 주파수 5 ㎒~3,000 ㎒에서 이론치와 실험치를 비교, 검토하였다. 연구목표로 하고 있는 5 ㎒~2,500 ㎒ 까지의 주파수대를 검토해보면 삽입손실, 반사손실, 결합계수가 아주 우수한 특성을 나타내고 있다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 일반적인 변성기를 회로이론적인 등가회로로 제시하였고, 결합선로형 방향성결합기 이론을 변성기형 방향성결합기에 적용하여 새로운 해석법을 제시하였으며, 이를 4-port와 3-port 등가회로를 구성하여 even-odd mode 이론에 입각한 시뮬레이션 및 실험을 통하여 타당성을 입증하였다. 제안한 해석법을 이용하면 실제의 Tap-off를 제작할 때의 다수의 산란파라미터를 회로망 분석기상에서 관측하지 않고, even-odd 모오드만을 관측하여 성능개선 및 미조정을 할 수 있으므로 시간과 인력을 절감할 수 있다.

나아가서, 제작된 변성기형 방향성결합기의 결합도, 반사계수 및 격리도가 5 MHz~2,500 MHz에서 양호한 특성을 나타내는 것을 확인함으로써 광대역화가 실현되었다.

참 고 문 헌

[1] David M. Pozar, Microwave Engineering, Addison-Wesley, 1990.

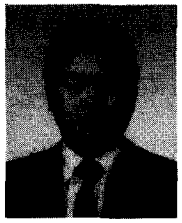
[2] Dong Il Kim, Kyeong Sik Min, Se-Mo Chung, "A study on the Fine Adjusting Method of Tap-off for CATV Trans-mitting Circuit Using Coupled Line Theory," Journal of the Korean Institute of Telematics and Electronics, vol. 31-A, no. 6, Jun. 1994.

[3] Dong Il Kim, Michiharu Takahashi, Kiyomichi Araki, Yoshiyuki Naito, "Optimum Design of the Power Dividers with Ferrite Toroids for CATV and/or MATV Systems," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. CE-29, no. 1, pp. 27-38, Feb. 1983.

[4] Y. Natio, "Formulation of Frequency Dispersion of Permeability," Trans. IECE, vol. 59-c, pp.297-304, May. 1976.

[5] Guillermo Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers : Analysis and Design, Prentice Hall, 2nd ed. 1997.

저 자 소 개



金 東 一(正會員)

1952년 2월 26일생. 1975년 2월 : 한국해양대학교 항해학과 졸업(공학사). 1977년 2월 : 한국해양대학교 대학원 전파공학전공(공학석사). 1984년 3월 : 일본 동경공업대학원 전기전자공학과(공학박사). 1975년 3월~1993년 9월 : 한국해양대학교 조교~부교수. 1993년 10월~현재 : 한국해양대학교 전파공학과 교수. 1990년 3월 10일 : 산학협동상 대상 수상. 1993년 12월 11일 : 본 학회 학술상 수상 1995년 4월 21일 : 과학기술진흥 대통령 표창 수상. 1998년 9월 30일 : 한국항해학회 우수논문상 수상. [주 관심분야] 마이크로파 및 밀리미터파 회로의 설계, CATV 전송회로의 설계, 고성능 전파흡수체의 개발, EMI/EMC 대책 등

黃 載 賢(正會員)

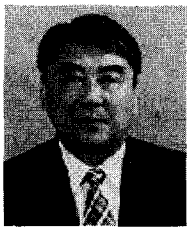
1973년 11월 7일생. 1999년 2월 : 동의대학교 전자통신공학과 졸업(공학사). 1999년 3월 ~ 현재 : 한국해양대학교 전파공학과 석사과정. [주 관심분야] RF 회로설계, CATV 전송회로 설계 등

柳 昡 旭(正會員)

1971년 7월 13일생. 1999년 2월 : 한국해양대학교 전파공학과 졸업(공학사). 1999년 3월 ~ 현재 : 한국해양대학교 전파공학과 석사과정. [주 관심분야] RF 회로설계, CATV 전송회로 설계 등

河 度 勳(正會員)

1967년 12월 8일생. 1995년 2월 : 동의대학교 전자통신공학과 졸업(공학사). 1997년 2월 : 한국해양대학교 대학원 전파공학전공(공학석사). 1997년 3월 ~ 현재 : 한국해양대학교 대학원 전파공학과 박사과정. [주 관심분야] CATV 전송회로 설계, RF 회로설계 등



鄭 世 謨(正會員)

1959년 5월 한국해양대학교 항해학과 졸업(공학사). 1967년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사). 1971년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학석사). 1976년 9월 일본동경공업대학 대학원 전자물리학과 졸업(공학박사). 1964년 10월 ~ 현재 한국해양대학교 해사수송과학부 교수. [주 관심분야] : 전파항법