

このPDFは、CQ出版社発売の「実用マイクロ波技術講座-理論と実際-第4巻」の一部分の見本です。
内容・購入方法などにつきましては是非以下のホームページをご覧ください。
<http://www.cqpub.co.jp/hanbai/books/79/79741.htm>

第12章 分波器と合波器

— デュープレクサー及びマルチプレクサー —

12.1 分波器及び合波器とは

分波器(又は分波回路)は第6章の表6.1に示したように1つの入力開孔に入射した信号を、信号に含まれる周波数成分ごとにわけていくつもの開孔から取り出す回路を云う。もしこの回路が可逆回路(第13章でのべるサーキュレータやアイソレータを含まない回路)であるならば、上記のいくつもの開孔に夫々別の周波数成分の信号を加えると分波器の入力開孔に全て集まることは可逆の定理(第2巻 P.17、19、27、34)によって理解できる。従ってこの場合、合波回路と呼ばれる。以上の機能をもつ回路のことを分波器及び合波器とも呼ばれる。

もし分波器にサーキュレータなどの非可逆回路を用いた場合には、可逆の定理が成り立たないから、分波器は合波器にならない。この例は後で述べる。

さて分波器において、信号を2ヶの周波数成分にわけるときその回路をデュープレクサー(Duplexer)またはダイプレクサー(Diplexer)と呼ばれ、3ヶ以上の成分にわけるときその回路をマルチプレクサー(Multiplexer)と呼ばれている。

12.2 分波器の構成

分波器の回路は信号の周波数成分を選別する為のいくつものフィルターと、これらのフィルターを組合せる回路とが必要である。組立てる回路構成にはいくつもの種類があり、これらを分類するのに、例えば直列接続方式とか並列接続方式など機能別に分類することもできるが、分布定数線路になると、その基準面の取り方により等価回路が変わるので、ここでは各々用いられている構造的な面から順次に分類することにする。そして各項目において機能を説明することにする。

12.2.1 集中定数形 L.P.F. 及び H.P.F. を用いた分波器

図12.1(a)のように左側の集中定数形 L.P.F. と右側の集中定数形 H.P.F. を並列接続したもの、図12.1(b)のように直列接続したものがある。ここで g 値はインダクターの時はヘンリーでコンデンサーの時はファラッドを示し、何れも遮断角周波数 $\omega_c = 1$ [即ち遮断周波数は $\frac{1}{2\pi}$

ヘルツ] である。

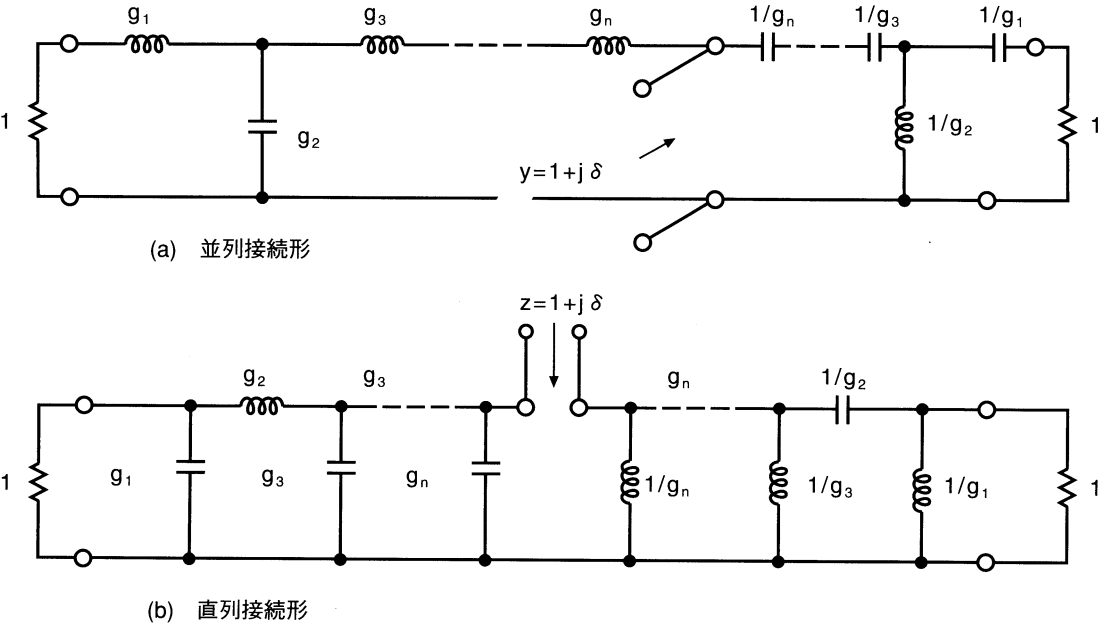


図 12.1 L.P.F. と H.P.F. を直列または並列に接続した分波器

これらは入出力インピーダンスが $1\ \Omega$ であるので入出力インピーダンスが $R_o\ \Omega$ 、遮断角周波数が ω_c のときには第 3 巻 p.41(2)(3) 式で示したように

L.P.F. では

$$\left. \begin{aligned} L_k &= \frac{R_o}{\omega_c} g_k \quad [H] \\ C_k &= \frac{g_k}{\omega_c R_o} \quad [F] \end{aligned} \right\}$$

(1-a)

H.P.F. では 図 12.2 で示すように $g_k \rightarrow \frac{1}{g_k}$ として

$$\left. \begin{aligned} L_i &= \frac{R_o}{\omega_c g_i} \quad [H] \\ C_i &= \frac{R_o}{\omega_c g_i} \quad [F] \end{aligned} \right\}$$

(1-b)

となる。図 12.2 が最大平坦特性で更に入力インピーダンスが定抵抗である場合 Norton によって求められ、従ってこれらを Norton の分波器と呼ばれる。そして図 12.2 の δ の値は最大平坦特性の場合 $\delta = 0$ である。

このような時、 $g_{m'}$ の値は回路網合成理論により (2) 式のように求められている [1][2]。

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= n \sin \frac{\pi}{2n} \quad , \quad a_n = \sin \frac{\pi}{2n} \\ a_{m'} a_{m'+1} &= \frac{\sin \frac{(2m'-1)\pi}{2n} \sin \frac{(2m'+1)\pi}{2n}}{\sin^2 \frac{m'\pi}{2n}} \end{aligned} \right\} \tag{2}$$

これらを計算すると表 12.1 のようになる。

但しこの表では $m = n - m' + 1$ として g_m の値が計算された。これは (2) 式の m は何れも入力端子側から $m' = 1, 2, \dots, n$ として数えられたが、出力端子側から m 番目として数える場合には m と m' は (2) 式のように変換すればよい。

表 12.1 集中定数形分波器の定数

n	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
最大平坦特性 ($\delta = 0$)										
1	1.0000									
2	0.7071	1.4142								
3	0.5000	1.3333	1.5000							
4	0.3827	1.0824	1.5772	1.5307						
5	0.3090	0.8944	1.3820	1.6944	1.5451					
6	0.2588	0.7579	1.2016	1.5529	1.7593	1.5529				
7	0.2225	0.6560	1.0550	1.3972	1.6588	1.7988	1.5576			
8	0.1951	0.5776	0.9370	1.2588	1.5283	1.7287	1.8246	1.5607		
9	0.1736	0.5155	0.8414	1.1408	1.4037	1.6202	1.7772	1.8424	1.5628	
10	0.1564	0.4654	0.7626	1.0406	1.2921	1.5100	1.6869	1.8121	1.8552	1.5643

n	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
等リップル特性 — $A_m = 0.1\text{dB}$ ($\delta \ll \ll 1$)										
3	0.7162	1.5085	1.5128							
4	0.6747	1.4597	1.7739	1.5156						
5	0.6508	1.4174	1.7661	1.8072	1.5614					
6	0.6392	1.3954	1.7508	1.8328	1.8862	1.5358				
7	0.6308	1.3786	1.7340	1.8270	1.9210	1.8578	1.5748			
8	0.6264	1.3697	1.7247	1.8218	1.9271	1.9027	1.9125	1.5437		
9	0.6223	1.3612	1.7152	1.8137	1.9230	1.9095	1.9585	1.8729	1.5804	
10	0.6202	1.3566	1.7099	1.8093	1.9205	1.9112	1.9711	1.9227	1.9211	1.5468

n	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
等リップル特性 — $A_m = 0.25\text{dB}$ ($\delta \ll \ll 1$)										
3	0.8163	1.5280	1.5342							
4	0.7910	1.5169	1.8341	1.4925						
5	0.7524	1.4738	1.8225	1.7822	1.5763					
6	0.7639	1.4768	1.8392	1.8256	1.9280	1.5114				
7	0.7559	1.4629	1.8261	1.8235	1.9663	1.8284	1.6013			
8	0.7537	1.4591	1.8235	1.8249	1.9790	1.8780	1.9486	1.5176		
9	0.7500	1.4522	1.8156	1.8191	1.9769	1.8862	1.9965	1.8412	1.6071	
10	0.7491	1.4508	1.8142	1.8186	1.9785	1.8917	2.0130	1.8932	1.9561	1.5207

n	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
等リプル特性 — $A_m = 0.5\text{dB}$ ($\delta \ll \ll 1$)										
3	0.9316	1.5176	1.5718							
4	0.9241	1.5398	1.9119	1.4537						
5	0.9034	1.5136	1.9216	1.7397	1.6298					
6	0.9032	1.5162	1.9361	1.7903	1.9910	1.4700				
7	0.8946	1.5034	1.9236	1.7893	2.0304	1.7772	1.6462			
8	0.8954	1.5052	1.9243	1.7968	2.0505	1.8307	2.0086	1.4757		
9	0.8911	1.4982	1.9199	1.7911	2.0482	1.8383	2.0571	1.7891	1.6533	
10	0.8919	1.4997	1.9224	1.7943	2.0538	1.8472	2.0777	1.8425	2.0151	1.4784

n	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
等リプル特性 — $A_m = 1\text{dB}$ ($\delta \ll \ll 1$)										
3	1.1078	1.4597	1.6520							
4	1.1274	1.5174	2.0510	1.3768						
5	1.1035	1.4929	2.0612	1.6446	1.7215					
6	1.1126	1.5080	2.0935	1.7048	2.1163	1.3898				
7	1.1018	1.4947	2.0789	1.7024	2.1557	1.6773	1.7412			
8	1.1072	1.5022	2.0915	1.7160	2.1848	1.7334	2.1307	1.3943		
9	1.1012	1.4944	2.0815	1.7094	2.1807	1.7392	2.1798	1.6881	1.7497	
10	1.1047	1.4992	2.0889	1.7161	2.1914	1.7510	2.2060	1.7418	2.1360	1.3964

但し A_m はリプル [dB] を示す。

12.2.2 分布定数形 T 分岐と 2 ヶの B.P.F. F_1 及び F_2 を用いたデュプレックサ

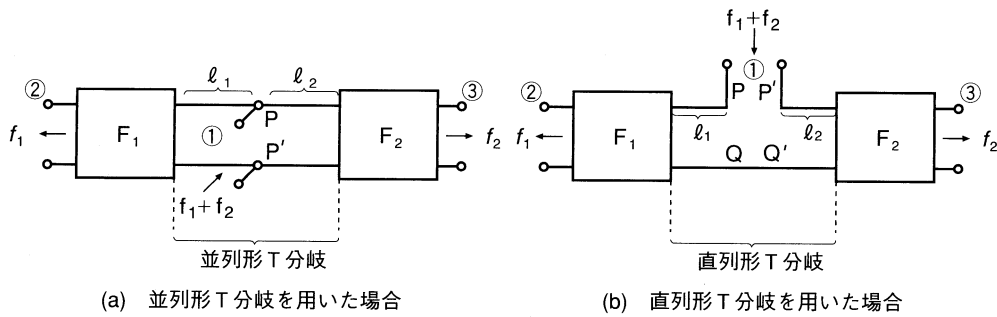


図 12.2 f_1 の B.P.F. F_1 、 f_2 の B.P.F. F_2 及び分布定数形 T 分岐を組み合わせ

図 12.2 のように分布定数形 T 分岐と B.P.F. F_1 及び F_2 とを組み合わせると開孔 ① に加えた $f_1 + f_2$ の信号波は、開孔 ② から f_1 が開孔 ③ から f_2 が現れる。図 12.2(a) は並列形 T 分岐であるので同図の PP' より右側を見たインピーダンスが f_1 において無限大になるように PP' と F_1 とを結ぶ分布定数線路長 ℓ_2 を調整し、 f_2 において PP' より左側を見たインピー