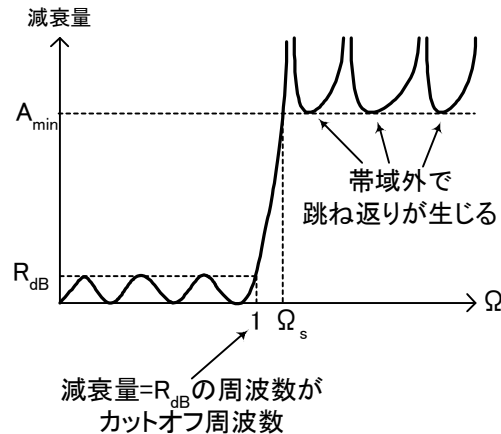


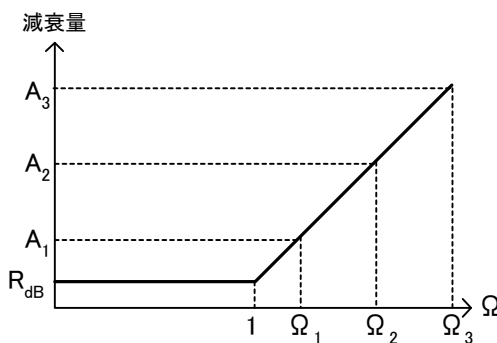
# 楕円関数フィルタ設計

楕円関数フィルタは共振回路の極を利用してカットオフ周波数付近の減衰特性を急峻にするフィルタですが、他の形式と違ってLPFの減衰特性が単調増加ではなく跳ね返りがあって周波数が上がっても減衰量が増え続けるわけではありません(この複数の跳ね返りを最小化&同一化にするのが楕円関数らしい)。よって、設計に必要なパラメータと設計手順は他のフィルタと少し異なります。設計パラメータで最も異なるのはカットオフ周波数で、他のフィルタでは3dBですが楕円関数フィルタでは帯域内リップルですので設計時は勘違いしないよう要注意です。以下に正規化楕円関数LPFの設計パラメータを示します。

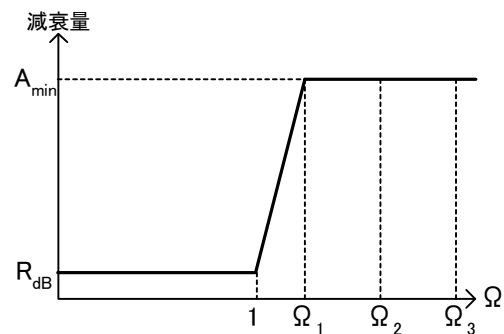


- $A_{min}$  : 通過帯域外での最低減衰量 [dB]
- $R_{dB}$  : 帯域内リップル [dB]
- $\Omega_s$  : 減衰量が  $A_{min}$  に達する最低角周波数 [rad/sec]
- $\rho$  : 反射係数

今までのフィルタ(正規化LPF)では、周波数が高くなるに従って減衰量も上がって周波数が極限で減衰量は無限大になりましたが、楕円関数フィルタでは通過帯域外で跳ね返りが生じて周波数が高くなっても単調に減衰量は増加しません。よって、楕円関数フィルタの帯域外減衰仕様は、全帯域外で最低何dB減衰が必要かを与えます。もし、いくつかの帯域外周波数でそれぞれ別々の減衰量が規定されている場合、最も減衰量が大きな値を  $A_{min}$  とします。よって、与えられた仕様によっては、楕円関数フィルタを選択すると必要以上にフィルタの切れが鋭くなって無駄が多くなりますので、どんな特性でも楕円関数フィルタを使うわけではなく、カットオフ近傍での減衰量が大きく他の形式のフィルタではやたら段数が大きくなる場合にのみ使用するようになります。

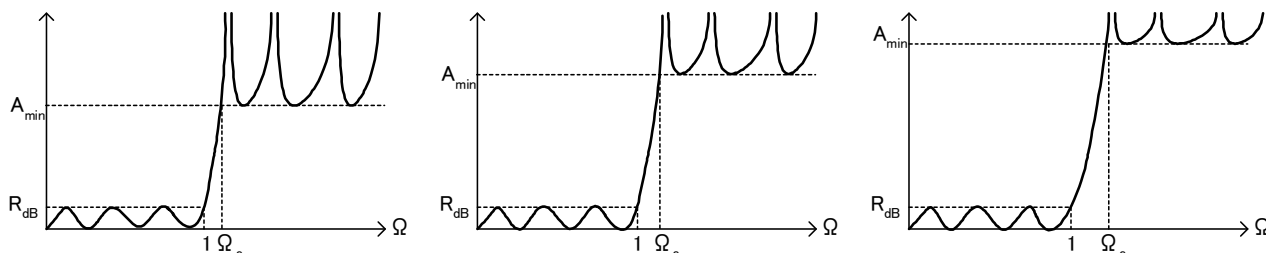


楕円関数フィルタ以外  
帯域外減衰量は周波数別に仕様を決められる



楕円関数フィルタ  
帯域外減衰量は1つしか与えられない=カットオフ周波数~ $\Omega_s$ 間の減衰カーブは、実質上設計段階では利用できない=仕様によっては他フィルタより厳しくなる

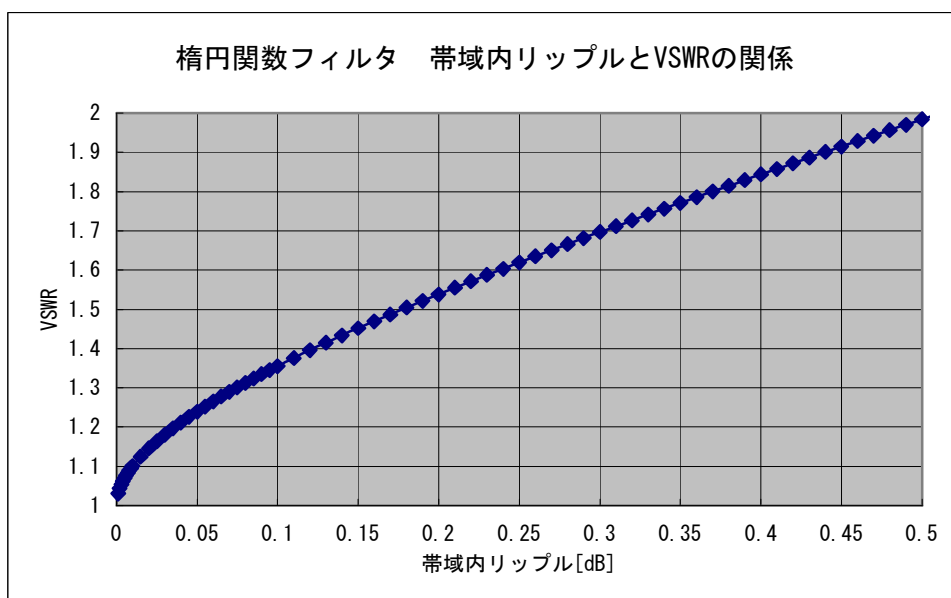
楕円関数フィルタ特有のパラメータとして $\Omega_s$ があります。これは減衰量が $A_{min}$ に達する最低角周波数で、 $\Omega_s$ がカットオフ周波数に近いほど跳ね返りが大きくなって最低減衰量 $A_{min}$ は低くなり、 $\Omega_s$ がカットオフ周波数から遠いほど跳ね返りが小さくなって $A_{min}$ は大きな減衰量が確保できます。フィルタ段数と同じでリップルが同じでも $\Omega_s$ の値により部品定数が異なります。段数はカットオフと $\Omega_s$ の近接度と $A_{min}$ の減衰量の関係で決まります。



段数と同じ場合、 $\Omega_s$ がカットオフ周波数に近いほど最低減衰量 $A_{min}$ は小さくなる。 $\Omega_s$ がカットオフに近いほど $A_{min}$ が大きいほど所要段数が多くなる

楕円関数フィルタの特徴として、原理的に入出力インピーダンスが完全に整合しないことがあります。整合の良さは帯域内リップルで決まり、帯域内リップルが小さいほどマッチングが良く、大きいほどマッチングが悪くなります。よって、帯域内リップルの仕様がよほど厳しい場合を除いては許容 SWR によりリップルが規定される場合の方が多いでしょう。帯域内リップルと SWR の関係は次の式で表されます。また、計算結果をグラフに示します。帯域内リップルが約 0.18dB のときに帯域内最大 VSWR=1.5 となります。

$$\left. \begin{aligned} R_{dB} &= -10 \log(1 - \rho^2) \\ \rho &= \frac{SWR - 1}{SWR + 1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow VSWR = \frac{1 + \sqrt{1 - 10^{-\frac{R_{dB}}{10}}}}{1 - \sqrt{1 - 10^{-\frac{R_{dB}}{10}}}}$$

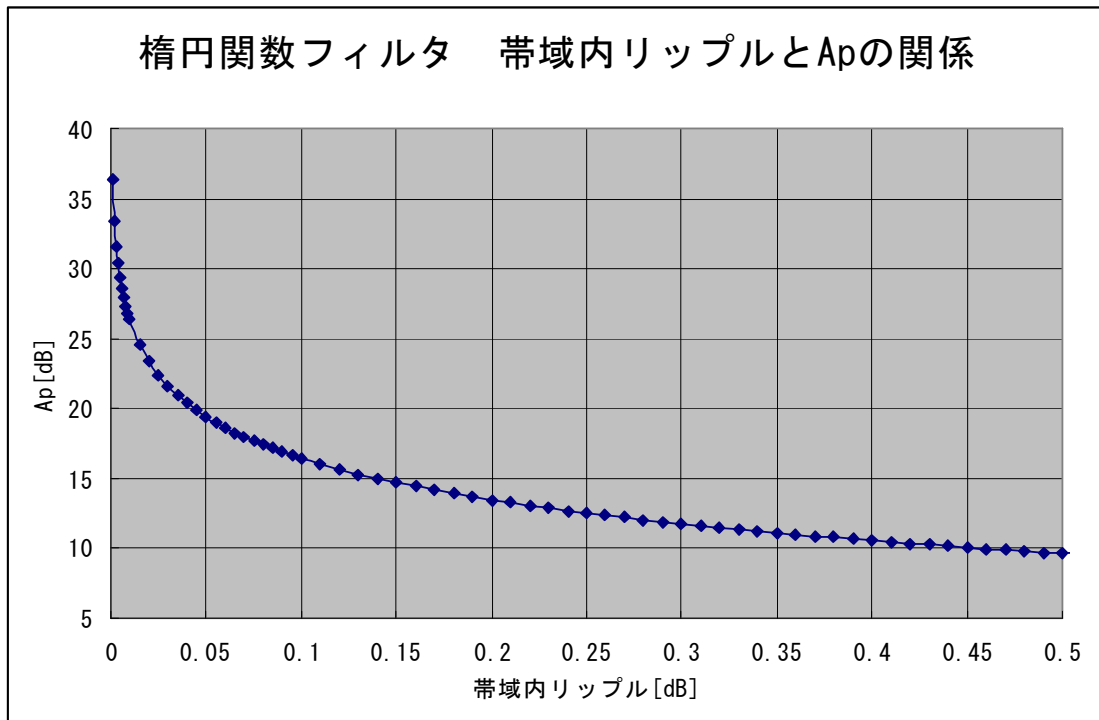


### 所要段数の見積

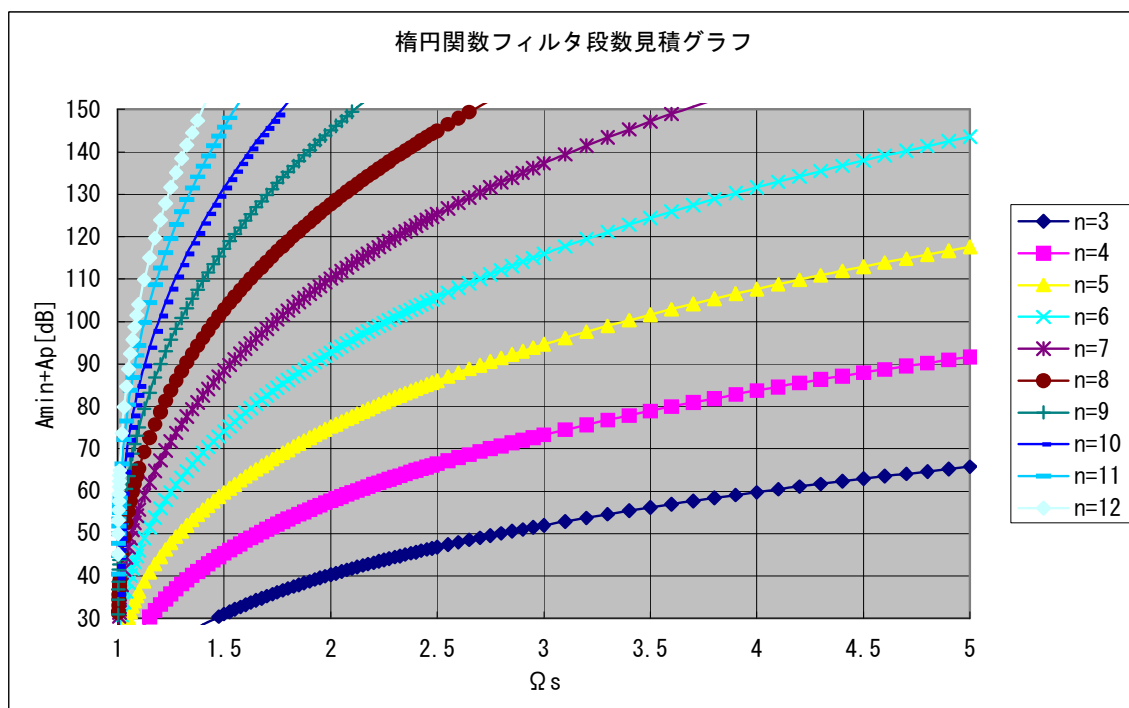
楕円関数フィルタ以外のフィルタでは、正規化された減衰特性グラフから仕様を満たす段数を探しますが、楕円関数フィルタだけは設計方法が異なります。グラフから読み取るのは同じですが、減衰特性グラフではなく段数見積専用グラフを使用します。段数を決定するのに必要な設計パラメータは $\Omega_s$ 、 $A_{min}$ 、 $\rho$ ですが、 $\rho$ は帯域内リップルや VSWR が決まれば自動的に決まります。見積の手順は以下の通りです。

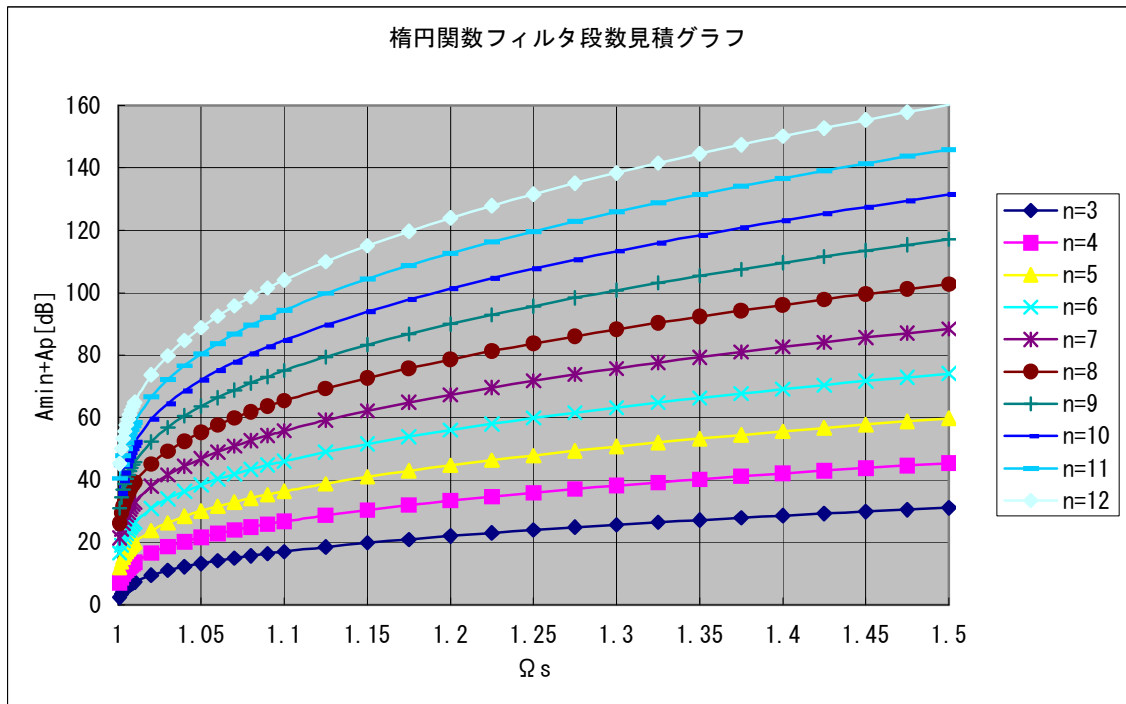
- (1)  $\rho$  から反射減衰量  $A_p$  [dB] を計算する。  $A_p = -20 \log(\rho)$  [dB]
- (2) 指定された  $\Omega_s$  において、 $A_{min} + A_p$  [dB] を越える次数を探す

以下に帯域内リップルと  $A_p$  の関係を示します。今まで出てきた式から計算できます。



以下に段数見積用グラフを示します。





例

通過帯域=50MHz までの VSWR=1.5 で、54MHz 以上における最低減衰量が 35dB の楕円関数フィルタに必要な段数を求める。

- (1) カットオフ周波数と阻止域限界周波数の比  $\Omega_s$  を求める。

$$\begin{aligned} \Omega_s &= \text{阻止域限界周波数} / \text{カットオフ周波数} \\ &= 54 / 50 \\ &= 1.08 \end{aligned}$$

- (2)  $A_p$  を計算する。VSWR=1.5 なので  $R_d=0.18\text{dB}$ 、 $A_p=13.9\text{dB}$  となる。

- (3)  $\Omega_s=1.08$  において、 $A_{\min} + A_p = 35 + 13.9 = 48.9\text{dB}$  以上の段数をグラフより求める。n=7 で仕様を満足することが分かる。

周波数変換、インピーダンス変換、回路変換

他の形式と全く同じ手法ですので、そちらを参照願います。

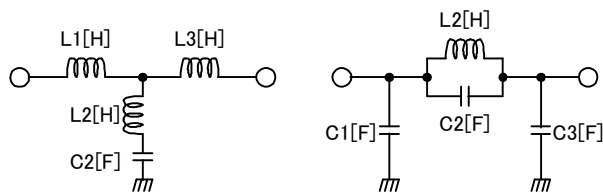
## 楕円関数フィルタ 正規化LPF部品定数表 (カットオフの $\Omega=1$ [rad/sec]、 $Z_0=1$ [ $\Omega$ ])

各表の「 $\Omega$ 極」とは極(減衰量が無限大のディップ点)の角周波数を示します

n = 3 段

RdB [dB]	$\Omega_s$	Amin [dB]	L1, C1 [H], [F]	L2, C2 [H], [F]	C2, L2 [F], [H]	L3, C3 [H], [F]	$\Omega$ 極
0.05	2.00	21.0	1.04887	0.31082	1.24864	1.04887	1.049
	1.82	18.1	0.95605	0.38498	1.11802	0.95605	0.956
	1.67	15.4	0.86666	0.47827	0.99106	0.86666	0.867
	1.54	12.8	0.77840	0.60003	0.86515	0.77840	0.778
	1.43	10.3	0.68893	0.76728	0.73790	0.68893	0.689
	1.33	8.0	0.59543	1.01439	0.60695	0.59543	0.595
0.1	2.00	24.0	1.26565	0.29274	1.32578	1.26565	1.60518
	1.82	21.1	1.16315	0.35934	1.19782	1.16315	1.52424
	1.67	18.3	1.06545	0.44126	1.07417	1.06545	1.45249
	1.54	15.7	0.97004	0.54520	0.95215	0.97004	1.38793
	1.43	13.2	0.87446	0.68273	0.82927	0.87446	1.32900
	1.33	10.7	0.77588	0.87583	0.70298	0.77588	1.27444
	1.25	8.3	0.67044	1.17200	0.57036	0.67044	1.22310
0.5	2.00	31.2	2.04302	0.29298	1.32468	2.04302	1.60518
	1.82	28.3	1.89965	0.35503	1.21236	1.89965	1.52424
	1.67	25.5	1.76548	0.42893	1.10505	1.76548	1.45249
	1.54	22.8	1.63705	0.51899	1.00024	1.63705	1.38793
	1.43	20.2	1.51118	0.63218	0.89559	1.51118	1.32900
	1.33	17.6	1.38450	0.78071	0.78863	1.38450	1.27444
	1.25	14.9	1.25280	0.98828	0.67638	1.25280	1.22310
	1.18	12.1	1.10962	1.30846	0.55467	1.10962	1.17383
	1.11	9.1	0.94227	1.89716	0.41640	0.94227	1.12510
1.0	2.00	34.5	2.61891	0.31946	1.21490	2.61891	1.60518
	1.82	31.5	2.44237	0.38583	1.11556	2.44237	1.52424
	1.67	28.7	2.27809	0.46424	1.02100	2.27809	1.45249
	1.54	26.1	2.12182	0.55882	0.92896	2.12182	1.38793
	1.43	23.4	1.96971	0.67616	0.83733	1.96971	1.32900
	1.33	20.8	1.81781	0.82762	0.74393	1.81781	1.27444
	1.25	18.1	1.66132	1.03468	0.64605	1.66132	1.22310
	1.18	15.2	1.49305	1.34437	0.53985	1.49305	1.17383
	1.11	12.1	1.29926	1.88709	0.41862	1.29926	1.12510

以下のどちらの回路も同一特性



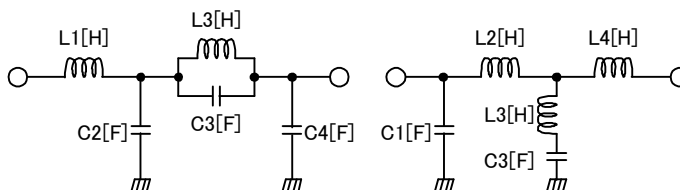
上記表の黒字に対応

上記表の緑字に対応

n = 4 段

RdB [dB]	$\Omega_s$	Amin [dB]	L1, C1 [H], [F]	C2, L2 [F], [H]	C3, L3 [F], [H]	L3, C3 [H], [F]	C4, L4 [F], [H]	$\Omega_{極}$
0.05	2.297	38.4	1.24994	1.95759	0.20672	1.77062	1.06296	1.65289
	2.078	34.5	1.19079	1.83641	0.25134	1.61533	0.96971	1.56941
	1.894	30.8	1.13885	1.72539	0.30502	1.46620	0.87965	1.49535
	1.738	27.2	1.09250	1.62178	0.37128	1.31966	0.79038	1.42862
	1.602	23.7	1.05039	1.52331	0.45606	1.17233	0.69941	1.36761
	1.482	20.2	1.01117	1.42800	0.57015	1.02053	0.60370	1.31096
	1.376	16.6	0.97306	1.33392	0.73559	0.85979	0.49892	1.25743
	1.279	12.8	0.93277	1.23902	1.00599	0.68381	0.37757	1.20569
	1.189	8.8	0.88148	1.14083	1.55674	0.48247	0.22312	1.15388
0.1	2.297	41.4	1.41383	2.06112	0.19433	1.88353	1.23624	1.65289
	2.078	37.5	1.34572	1.93528	0.23529	1.72549	1.13594	1.56941
	1.894	33.8	1.28575	1.82014	0.28405	1.57444	1.04005	1.49535
	1.738	30.2	1.23211	1.71278	0.34342	1.42671	0.94604	1.42862
	1.602	26.7	1.18334	1.61077	0.41808	1.27884	0.85141	1.36761
	1.482	23.2	1.13806	1.51194	0.51625	1.12710	0.75322	1.31096
	1.376	19.6	1.09470	1.41408	0.65416	0.96683	0.64744	1.25743
	1.279	15.7	1.05065	1.31461	0.86931	0.79133	0.52737	1.20569
	1.189	11.5	0.99963	1.20986	1.27501	0.58907	0.37884	1.15388
0.5	2.297	48.6	1.97497	2.23224	0.17697	2.06827	1.81100	1.65289
	2.078	44.7	1.87631	2.09992	0.21295	1.90658	1.68297	1.56941
	1.894	41	1.78883	1.97929	0.25506	1.75334	1.56289	1.49535
	1.738	37.4	1.71003	1.86718	0.30532	1.60477	1.44763	1.42862
	1.602	33.9	1.63788	1.76097	0.36687	1.45735	1.33427	1.36761
	1.482	30.4	1.57060	1.65824	0.44507	1.30725	1.21971	1.31096
	1.376	26.7	1.50635	1.55645	0.54991	1.15011	1.10000	1.25743
	1.279	22.8	1.44469	1.45241	0.70282	0.97878	0.96906	1.20569
	1.189	18.5	1.37499	1.34100	0.96179	0.78091	0.81490	1.15388
	1.103	13	1.28802	1.21070	1.57746	0.52572	0.60304	1.09810
1.0	2.297	51.9	2.35702	2.25750	0.17468	2.09536	2.19488	1.65289
	2.078	48	2.23746	2.12540	0.20989	1.93438	2.04644	1.56941
	1.894	44.3	2.13114	2.00492	0.25129	1.78165	1.90839	1.49453
	1.738	40.7	2.03504	1.89370	0.29968	1.63496	1.77631	1.42862
	1.602	37.2	1.94670	1.78828	0.35900	1.48930	1.64772	1.36761
	1.482	33.6	1.86396	1.68652	0.43374	1.34151	1.51895	1.31096
	1.376	30	1.78462	1.58586	0.53280	1.18705	1.38581	1.25743
	1.279	26.1	1.70584	1.48307	0.67493	1.01923	1.24200	1.20569
	1.189	21.7	1.62251	1.37290	0.90947	0.82584	1.07544	1.15388
	1.103	16.2	1.51936	1.24313	1.43973	0.57601	0.85225	1.09810

以下のどちらの回路も同一特性



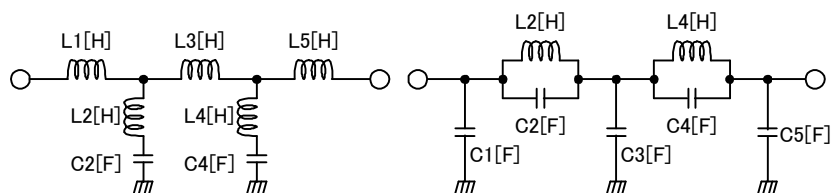
上記表の黒字に対応

上記表の緑字に対応

n = 5 段

RdB [dB]	$\Omega_s$	Amin [dB]	L1, C1 [H], [F]	L2, C2 [H], [F]	C2, L2 [H], [F]	L3, C3 [H], [F]	L4, C4 [H], [F]	C4, L4 [H], [F]	L5, C5 [H], [F]	$\Omega_{極1}$	$\Omega_{極2}$
0.05	2.000	55.9	1.17291	0.28636	1.60008	2.34492	0.10345	1.82946	1.32974	1.47732	2.29867
	1.820	51.5	1.06362	0.34881	1.44940	2.18352	0.12392	1.71753	1.24849	1.40640	2.16759
	1.670	46.3	0.95751	0.42436	1.30430	2.03395	0.14758	1.61428	1.17353	1.34414	2.04876
	1.540	41.9	0.85175	0.51831	1.16158	1.89281	0.17536	1.51670	1.10272	1.28878	1.93900
	1.430	37.4	0.74335	0.63973	1.01831	1.75742	0.20870	1.42195	1.03404	1.23897	1.83568
	1.330	33.0	0.62860	0.80536	0.87144	1.62557	0.24996	1.32687	0.96537	1.19367	1.73640
	1.250	28.5	0.50200	1.05018	0.71750	1.49550	0.30349	1.22714	0.89393	1.15201	1.63863
	1.180	23.6	0.35374	1.46159	0.55209	1.36639	0.37844	1.11537	0.81532	1.11322	1.53919
	1.110	18.2	0.16143	2.33537	0.36950	1.24105	0.49952	0.97514	0.72041	1.07650	1.43281
0.1	2.000	58.9	1.38197	0.28339	1.61686	2.53691	0.10348	1.82889	1.53807	1.47732	2.29867
	1.820	54.0	1.26314	0.34388	1.47017	2.36273	0.12389	1.71797	1.44678	1.40640	2.16759
	1.670	49.4	1.14894	0.41635	1.32938	2.20106	0.14744	1.61583	1.36301	1.34414	2.04876
	1.540	44.9	1.03641	0.50536	1.19135	2.04811	0.17504	1.51954	1.28436	1.28878	1.93900
	1.430	40.5	0.92255	0.61857	1.05314	1.90074	0.20806	1.42635	1.20864	1.23897	1.83568
	1.330	36.0	0.80382	0.76977	0.91173	1.75613	0.24877	1.33330	1.13358	1.19367	1.73640
	1.250	31.5	0.67523	0.98687	0.76353	1.61154	0.30120	1.23647	1.05631	1.15201	1.63863
	1.180	26.6	0.52828	1.33659	0.60373	1.46420	0.37374	1.12938	0.97237	1.11322	1.53919
	1.110	21.2	0.34454	2.03006	0.42507	1.31182	0.48806	0.99804	0.87270	1.07650	1.43281
1.053	14.2	0.06344	4.27734	0.21587	1.16076	0.73406	0.79777	0.72981	1.04069	1.30676	
0.5	2.000	66.1	2.14302	0.30924	1.48167	3.27281	0.11498	1.64602	2.31499	1.47732	2.29867
	1.820	61.2	1.98277	0.37292	1.35570	3.04939	0.13752	1.54769	2.18441	1.40640	2.16759
	1.670	56.6	1.83163	0.44797	1.23556	2.84167	0.16347	1.45743	2.06575	1.34414	2.04876
	1.540	52.1	1.68578	0.53828	1.11849	2.64453	0.19377	1.37266	1.95561	1.28878	1.93900
	1.430	47.7	1.54166	0.65019	1.00193	2.45353	0.22986	1.29105	1.85102	1.23897	1.83568
	1.330	43.2	1.39541	0.79462	0.88322	2.26435	0.27407	1.21017	1.74905	1.19367	1.73640
	1.250	38.7	1.24211	0.99258	0.75913	2.07218	0.33047	1.12694	1.64621	1.15201	1.63863
	1.180	33.8	1.07414	1.29087	0.62511	1.87058	0.40721	1.03656	1.53733	1.11322	1.53919
	1.110	28.3	0.87643	1.82294	0.47337	1.64898	0.52423	0.92918	1.41234	1.07650	1.43281
1.053	21.3	0.60535	3.21991	0.28676	1.38404	0.75584	0.77479	1.24164	1.04069	1.30676	
1.0	2.000	69.4	2.71443	0.34629	1.32315	3.86882	0.12943	1.46218	2.90754	1.47732	2.29867
	1.820	64.5	2.51984	0.41685	1.21285	3.60526	0.15476	1.37524	2.74605	1.40640	2.16759
	1.670	59.8	2.33741	0.49960	1.10786	3.36015	0.18390	1.29550	2.59975	1.34414	2.04876
	1.540	55.4	2.16254	0.59862	1.00576	3.12737	0.21789	1.22069	2.46444	1.28878	1.93900
	1.430	50.9	1.99102	0.72038	0.90430	2.90157	0.25833	1.14878	2.33654	1.23897	1.83568
	1.330	46.5	1.81847	0.87602	0.80115	2.67747	0.30777	1.07765	2.21251	1.19367	1.73640
	1.250	41.9	1.63945	1.08657	0.69347	2.44906	0.37069	1.00468	2.08827	1.15201	1.63863
	1.180	37.1	1.44580	1.39798	0.57721	2.20804	0.45594	0.92578	1.95788	1.11322	1.53919
	1.110	31.6	1.22188	1.93760	0.44535	1.94009	0.58492	0.83278	1.80995	1.07650	1.43281
1.053	24.6	0.92405	3.27802	0.28168	1.61071	0.83537	0.70103	1.61139	1.04069	1.30676	

以下のどちらの回路も同一特性



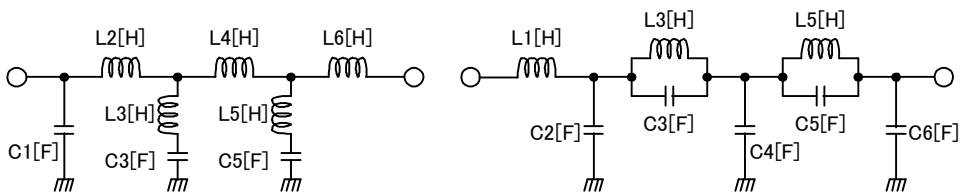
上記表の黒字に対応

上記表の緑字に対応

n = 6 段

RdB [dB]	$\Omega_s$	Amin [dB]	C1, L1 [H], [F]	L2, C2 [H], [F]	L3, C3 [H], [F]	C3, L3 [H], [F]	L4, C4 [H], [F]	L5, C5 [H], [F]	C5, L5 [H], [F]	L6, C6 [H], [F]	$\Omega$ 極 1	$\Omega$ 極 2
0.05	2.170	73.3	1.34038	2.00348	0.20230	2.17757	2.28623	0.11598	2.00135	1.22960	1.50667	2.07557
	1.927	67.5	1.27658	1.87168	0.24371	1.99644	2.12452	0.13897	1.86858	1.14510	1.43363	1.96237
	1.762	61.9	1.22059	1.74942	0.29239	1.82388	1.97355	0.16556	1.74500	1.06650	1.36936	1.86049
	1.622	56.5	1.17077	1.63351	0.35082	1.65580	1.82965	0.19678	1.62730	0.99072	1.31206	1.76714
	1.501	51.2	1.12588	1.52107	0.42297	1.48838	1.68965	0.23424	1.51243	0.91597	1.26034	1.68007
	1.395	45.9	1.08488	1.40917	0.51575	1.31755	1.55049	0.28054	1.39719	0.93998	1.21309	1.59726
	1.302	40.4	1.04685	1.29421	0.62425	1.13826	1.40873	0.34030	1.27755	0.75971	1.16939	1.51664
	1.219	34.6	1.01074	1.17084	0.83281	0.94311	1.25996	0.42288	1.14725	0.67029	1.12836	1.43570
	1.143	28.0	0.97492	1.02862	1.17284	0.71894	1.09737	0.55178	0.99385	0.56172	1.08903	1.35039
1.073	19.6	0.93412	0.83702	2.08577	0.43508	0.90883	0.81901	0.78025	0.40360	1.04974	1.25095	
0.1	2.124	76.4	1.51065	2.05506	0.19181	2.26128	2.36706	0.11309	2.05256	1.40237	1.50667	2.07557
	1.927	70.5	1.43805	1.92234	0.23433	2.07634	2.20081	0.13534	1.91867	1.30990	1.43363	1.96237
	1.762	64.9	1.37420	1.79961	0.28061	1.90049	2.04566	0.16100	1.79436	1.22378	1.36936	1.86049
	1.622	59.5	1.31725	1.68367	0.33585	1.72958	1.89778	0.19104	1.67625	1.14162	1.31206	1.76714
	1.501	54.2	1.26577	1.57169	0.40363	1.55971	1.75387	0.22691	1.56130	1.06123	1.26034	1.68007
	1.395	48.9	1.21857	1.46081	0.49001	1.38678	1.61063	0.27101	1.44631	0.98022	1.21309	1.59726
	1.302	43.5	1.17455	1.34765	0.60651	1.20570	1.46435	0.32754	1.32730	0.89555	1.16939	1.51664
	1.219	37.6	1.13251	1.22726	0.77839	1.00905	1.31005	0.40490	1.19818	0.80243	1.12836	1.43570
	1.143	31.0	1.09055	1.09027	1.07628	0.78344	1.13948	0.52379	1.04695	0.69120	1.08903	1.35039
1.073	22.6	1.04323	0.91020	1.82726	0.49664	0.93501	0.76214	0.83846	0.53312	1.04974	1.25095	
0.5	2.124	83.5	2.11570	2.06387	0.17886	2.46292	2.56806	0.11264	2.06083	2.00752	1.50667	2.07557
	1.927	77.7	2.01164	1.93544	0.21466	2.26663	2.39000	0.13448	1.93098	1.88382	1.43363	1.96237
	1.762	72.1	1.91967	1.81742	0.25631	2.08062	2.22397	0.15952	1.81100	1.76991	1.36936	1.86049
	1.622	66.7	1.83714	1.70672	0.30566	1.90044	2.06581	0.18863	1.69761	1.66267	1.31206	1.76714
	1.501	61.4	1.76196	1.60070	0.36558	1.72205	1.91187	0.22311	1.58787	1.55931	1.26034	1.68007
	1.395	56.1	1.69235	1.49680	0.44092	1.54118	1.75849	0.26507	1.47875	1.45700	1.21309	1.59726
	1.302	50.7	1.62660	1.39209	0.54063	1.35264	1.60139	0.31814	1.36653	1.35230	1.16939	1.51664
	1.219	44.8	1.56275	1.28252	0.68368	1.14882	1.43459	0.38948	1.24563	1.24010	1.12836	1.43570
	1.143	38.2	1.49764	1.16078	0.92049	0.91603	1.24756	0.49618	1.10520	1.11053	1.08903	1.35039
1.073	29.8	1.42294	1.00742	1.46348	0.62008	1.01434	0.69902	0.91418	0.93544	1.04974	1.25095	
1.0	2.124	86.8	2.54553	1.99513	0.17190	2.56268	2.67148	1.99201	2.07557	2.43361	1.50667	2.07557
	1.927	81.0	2.41886	1.87282	0.20621	2.35944	2.48698	1.86823	1.96237	2.28673	1.43363	1.96237
	1.762	75.4	2.30662	1.76070	0.24610	2.16697	2.31500	1.75409	1.86049	2.15198	1.36936	1.86049
	1.622	70.0	2.20559	1.65585	0.29327	1.98071	2.15123	1.64645	1.76714	2.02567	1.31206	1.76714
	1.501	64.7	2.11319	1.55576	0.35043	1.79648	1.99187	1.54251	1.68007	1.90455	1.26034	1.68007
	1.395	59.4	2.02722	1.45806	0.42209	1.60991	1.83307	1.43939	1.59726	1.78538	1.21309	1.59726
	1.302	53.9	1.94550	1.36009	0.51655	1.41570	1.67038	1.33359	1.51664	1.66433	1.16939	1.51664
	1.219	48.1	1.86545	1.25822	0.65119	1.20613	1.49743	1.21987	1.43570	1.53580	1.12836	1.43570
	1.143	41.5	1.78284	1.14605	0.87171	0.96729	1.30297	1.08808	1.35039	1.38919	1.08903	1.35039
1.073	33.0	1.68659	1.00688	1.36590	0.66438	1.05855	0.90923	1.25095	1.19477	1.04974	1.25095	

以下のどちらの回路も同一特性



上記表の黒字に対応

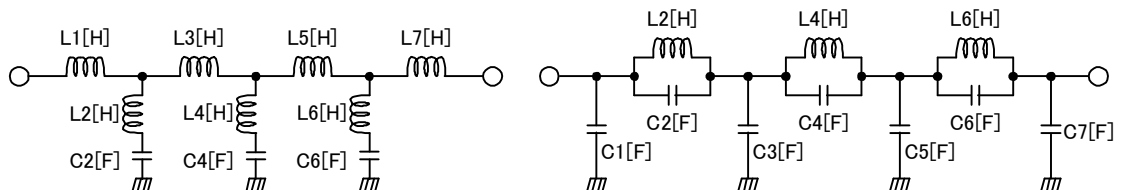
上記表の緑字に対応



n = 7 段

RdB [dB]	$\Omega_s$	Amin [dB]	L1, C1 [H], [F]	L2, C2 [H], [F]	C2, L2 [H], [F]	L3, C3 [H], [F]	L4, C4 [H], [F]	C4, L4 [H], [F]	L5, C5 [H], [F]	L6, C6 [H], [F]	C6, L6 [H], [F]	L7, C7 [H], [F]	$\Omega$ 極 1	$\Omega$ 極 2	$\Omega$ 極 3
0.05	2.000	90.8	1.21414	0.28533	1.67689	2.46647	0.15471	2.08451	2.61630	0.05357	1.96911	1.41883	1.44569	1.76093	3.07905
	1.820	83.9	1.10090	0.34672	1.52037	2.28401	0.18505	1.94176	2.45762	0.06406	1.86243	1.34221	1.37732	1.66824	2.89523
	1.670	77.4	0.99103	0.42057	1.36986	2.11333	0.22001	1.80838	2.31193	0.07612	1.76613	1.27306	1.31747	1.58539	2.72731
	1.540	71.2	0.88166	0.51179	1.22209	1.95063	0.26090	1.68079	2.17523	0.09020	1.67738	1.20935	1.26446	1.51011	2.57086
	1.430	65.0	0.76972	0.62867	1.07400	1.79278	0.30974	1.55566	2.04401	0.10695	1.59375	1.14935	1.21698	1.44061	2.42210
	1.330	58.8	0.65143	0.78645	0.92247	1.63703	0.36987	1.42933	1.91448	0.12744	1.51287	1.09131	1.17405	1.37534	2.27747
	1.250	52.4	0.52120	1.01649	0.76383	1.48086	0.44732	1.29704	1.78351	0.15349	1.43190	1.03319	1.13488	1.31284	2.13306
	1.180	45.6	0.36898	1.39592	0.59336	1.32218	0.55473	1.15102	1.64439	0.18873	1.34659	0.97191	1.09878	1.25147	1.98363
	1.110	37.9	0.17167	2.17980	0.40437	1.16120	0.72567	0.97500	1.48728	0.24181	1.24837	0.90133	1.06512	1.18885	1.82009
1.053	28.0	0.27385	1.61568	0.49349	0.82963	2.25964	0.41460	1.04888	0.34364	1.10975	0.80251	1.11990	1.03315	1.61933	
0.1	2.000	93.8	1.41945	0.28517	1.67781	2.63638	0.15879	2.03087	2.79476	0.05406	1.95131	1.62507	1.44569	1.76093	3.07905
	1.820	87.0	1.29656	0.34547	1.52587	2.44164	0.18990	1.89219	2.62558	0.06463	1.84601	1.53860	1.37732	1.66824	2.89523
	1.670	80.5	1.17844	0.41742	1.38019	2.25926	0.22571	1.76267	2.47028	0.07678	1.75102	1.46081	1.31747	1.58539	2.72731
	1.540	74.2	1.06209	0.50540	1.23753	2.08505	0.26757	1.63887	2.32460	0.09095	1.66358	1.38944	1.26446	1.51011	2.57086
	1.430	68.0	0.94442	0.61668	1.09489	1.91547	0.31751	1.51758	2.18481	0.10780	1.58131	1.32253	1.21698	1.44061	2.42210
	1.330	61.8	0.82183	0.76431	0.94919	1.74722	0.37887	1.39536	2.04718	0.12837	1.50189	1.25823	1.17405	1.37534	2.27747
	1.250	55.4	0.68918	0.97448	0.79676	1.57690	0.45765	1.26778	1.90734	0.15449	1.42259	1.19436	1.13488	1.31284	2.13306
	1.180	48.6	0.53775	1.30927	0.63263	1.40064	0.56615	1.12780	1.75902	0.18975	1.33936	1.12774	1.09878	1.25147	1.98363
	1.110	40.9	0.34844	1.96256	0.44914	1.21407	0.73623	0.96102	1.59094	0.24263	1.24415	1.05214	1.06512	1.18885	1.82009
1.053	31.1	0.05733	4.02302	0.23287	1.01787	1.10032	0.72463	1.37474	0.34303	1.11173	0.94856	1.11990	1.03315	1.61933	
0.5	2.000	101.0	2.17335	0.31665	1.51100	3.32433	0.18560	1.73757	3.51970	0.06104	1.72809	2.40369	1.44569	1.76093	3.07905
	1.820	94.2	2.00868	0.38160	1.38142	3.07968	0.22187	1.61950	3.30734	0.07294	1.63547	2.27914	1.37732	1.66824	2.89523
	1.670	87.7	1.85323	0.45803	1.25783	2.85020	0.26360	1.50932	3.11251	0.08662	1.55206	2.16775	1.31747	1.58539	2.72731
	1.540	81.4	1.70309	0.54988	1.13742	2.63042	0.31230	1.40413	2.92985	0.10255	1.47543	2.06629	1.26446	1.51011	2.57086
	1.430	75.2	1.55463	0.66351	1.01762	2.41553	0.37030	1.30124	2.75468	0.12145	1.40352	1.97207	1.21698	1.44061	2.42210
	1.330	69.0	1.40391	0.80993	0.89573	2.20075	0.44135	1.19783	2.58230	0.14449	1.33434	1.88259	1.17405	1.37534	2.27747
	1.250	62.6	1.24592	1.01026	0.76854	1.98065	0.53211	1.09036	2.40719	0.17366	1.26559	1.79509	1.13488	1.31284	2.13306
	1.180	55.8	1.07283	1.31160	0.63151	1.74785	0.65595	0.97339	2.22135	0.21286	1.19393	1.70575	1.09878	1.25147	1.98363
	1.110	48.1	0.86911	1.84826	0.47691	1.49012	0.84606	0.83626	2.00995	0.27126	1.11283	1.60739	1.06512	1.18885	1.82009
1.053	38.2	0.58948	3.25598	0.28773	1.18028	1.22937	0.64857	1.73327	0.38038	1.00256	2.47868	1.11990	1.03315	1.61933	
1.0	2.000	104.3	2.74278	0.35648	1.34218	3.90069	0.21252	1.51743	4.12825	0.06906	1.52725	3.00279	1.44569	1.76093	3.07905
	1.820	97.4	2.54342	0.42892	1.22901	3.61402	0.25403	1.41447	3.87943	0.08253	1.44556	2.84847	1.37732	1.66824	2.89523
	1.670	90.9	2.35630	0.51382	1.12125	3.34504	0.30177	1.31842	3.65119	0.09799	1.37204	2.71072	1.31747	1.58539	2.72731
	1.540	84.7	2.17673	0.61533	1.01644	3.08727	0.35746	1.22675	3.43725	0.11598	1.30454	2.58554	1.26446	1.51011	2.57086
	1.430	78.5	2.00046	0.74007	0.91243	2.83497	0.42374	1.13712	3.23211	0.13733	1.24124	2.46963	1.21698	1.44061	2.42210
	1.330	72.2	1.82301	0.89944	0.80659	2.58237	0.50489	1.04710	3.03029	0.16333	1.18042	2.35997	1.17405	1.37534	2.27747
	1.250	65.9	1.63886	1.11499	0.69636	2.32279	0.60841	0.95364	2.82529	0.19622	1.12006	2.25331	1.13488	1.31284	2.13306
	1.180	59.0	1.43966	1.43390	0.57765	2.04694	0.74931	0.85211	2.60774	0.24037	1.05728	2.14519	1.09878	1.25147	1.98363
	1.110	51.4	1.20942	1.98733	0.44354	1.73880	0.96454	0.73354	2.36011	0.30601	0.98648	2.02739	1.06512	1.18885	1.82009
1.053	41.5	0.90325	3.36816	0.27815	1.36032	1.39234	0.57265	2.03490	0.42811	0.89079	1.87578	1.11990	1.03315	1.61933	

以下のどちらの回路も同一特性



上記表の黒字に対応

上記表の緑字に対応