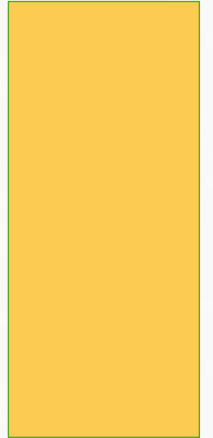


FİLTRE TASARIMI

GİZEM KAHYA
2013

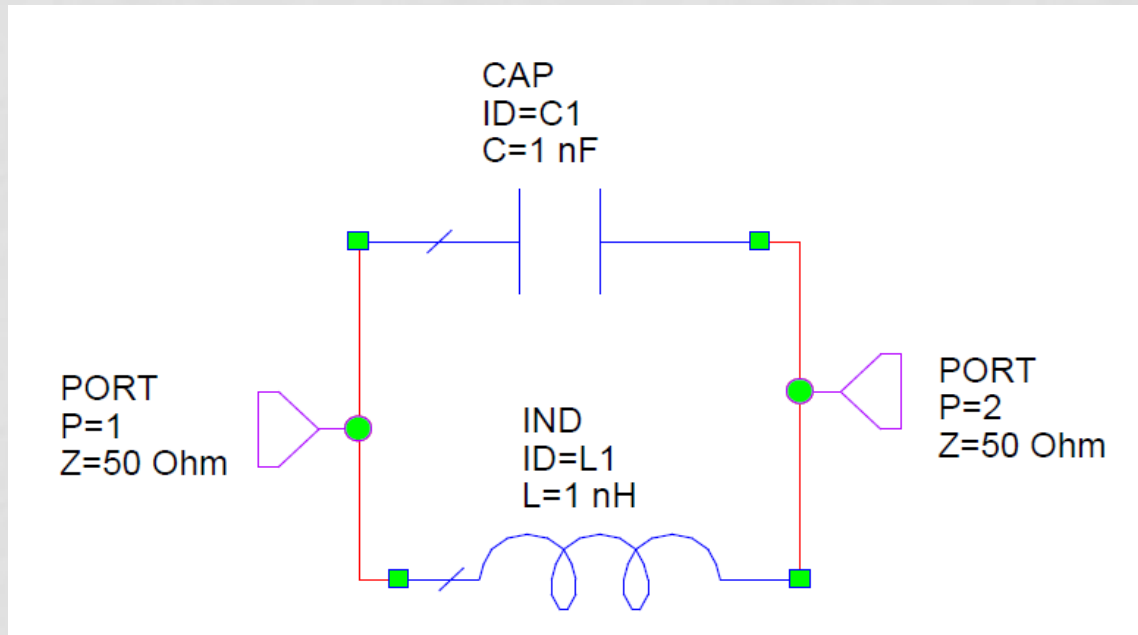


İÇERİK

- FİLTRELER
- FİLTRE ÇEŞİTLERİ
- FİLTRE YAKLAŞIM METHODLARI

FİLTRELER

- Filtreler belirli frekanslarda çalışan ya da belirli frekansları engelleyen, amaca göre belirli bant genişlikleri bulunan yapılardır.



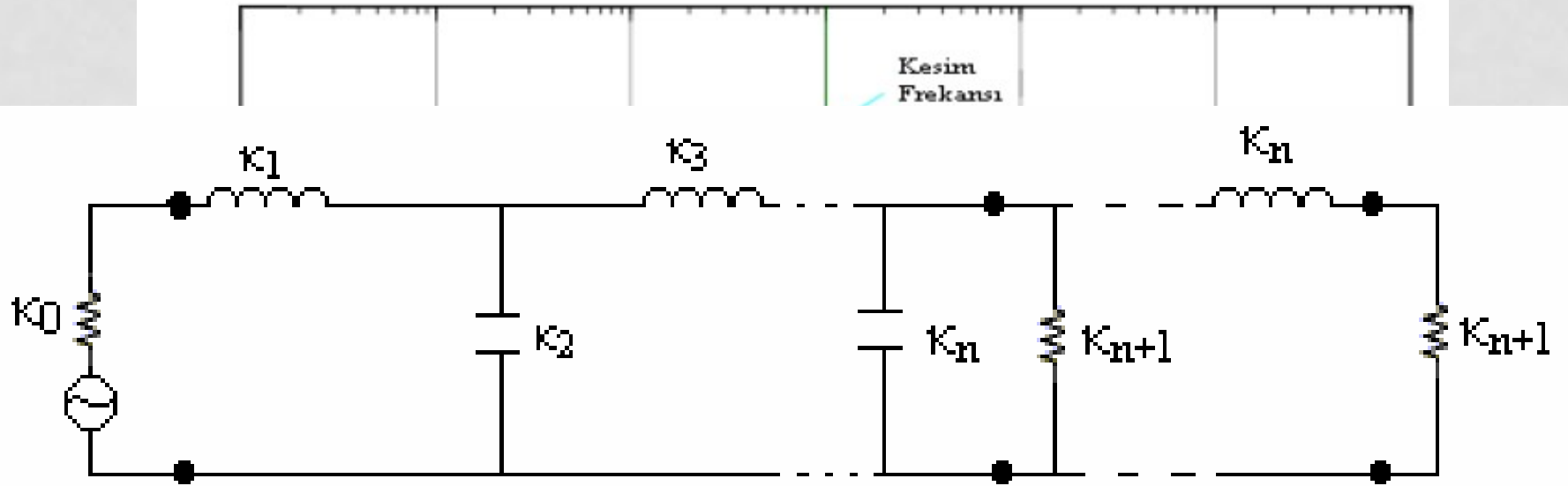
FİLTRE ÇEŞİTLERİ

Filtre çeşitlerini dört genel başlıkta toplayabiliriz.

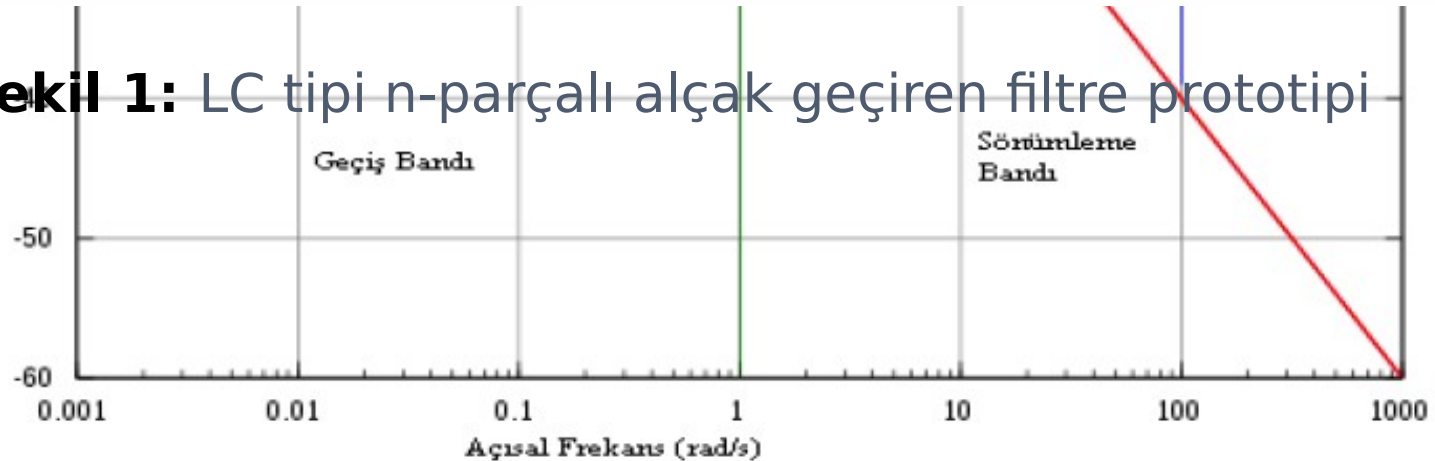
- Alçak geçiren filtreler,
- Yüksek geçiren filtreler,
- Band geçiren filtreler,
- Band durduran filtrelerdir.

ALÇAK GEÇİREN FİLTRELER

- Belirtilen kesim frekansından düşük olan frekansları geçiren, kesim frekansından yüksek olan frekansları da zayıflatarak iletimine engel olan filtrelerdir.
- İdeal bir alçak geçiren filtre frekans cevabı dikdörtgen şeklinde olmalıdır.

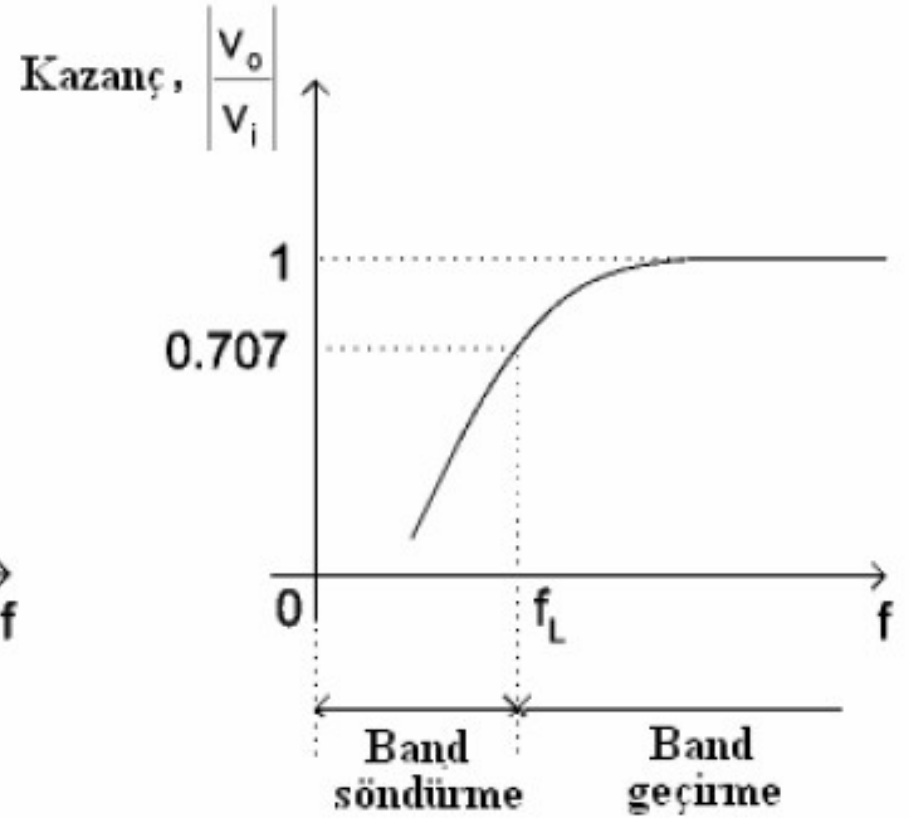
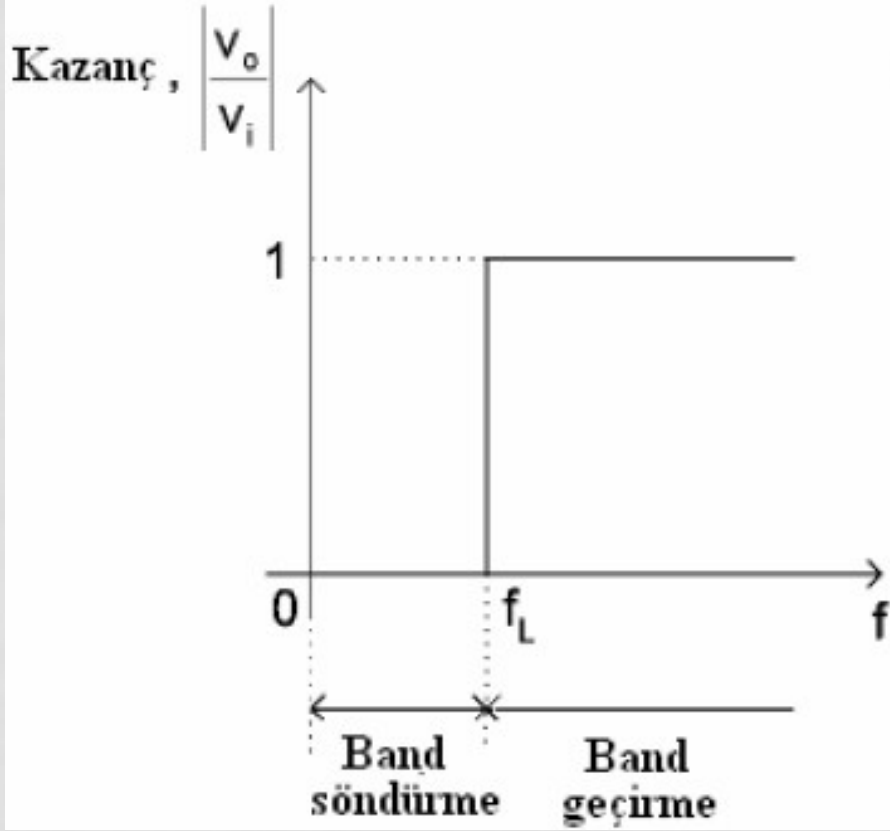


Şekil 1: LC tipi n -parçalı alçak geçiren filtre prototipi



YÜKSEK GEÇİREN FİLTRELER

- Seri kapasiteler ve paralel bobinlerin kaskat dizilimi ile gerçekleştirilir.
- Kesim frekansının üstündeki frekansları geçirip altındaki frekansları söndürülendirerek iletimine engel olan filtrelerdir.



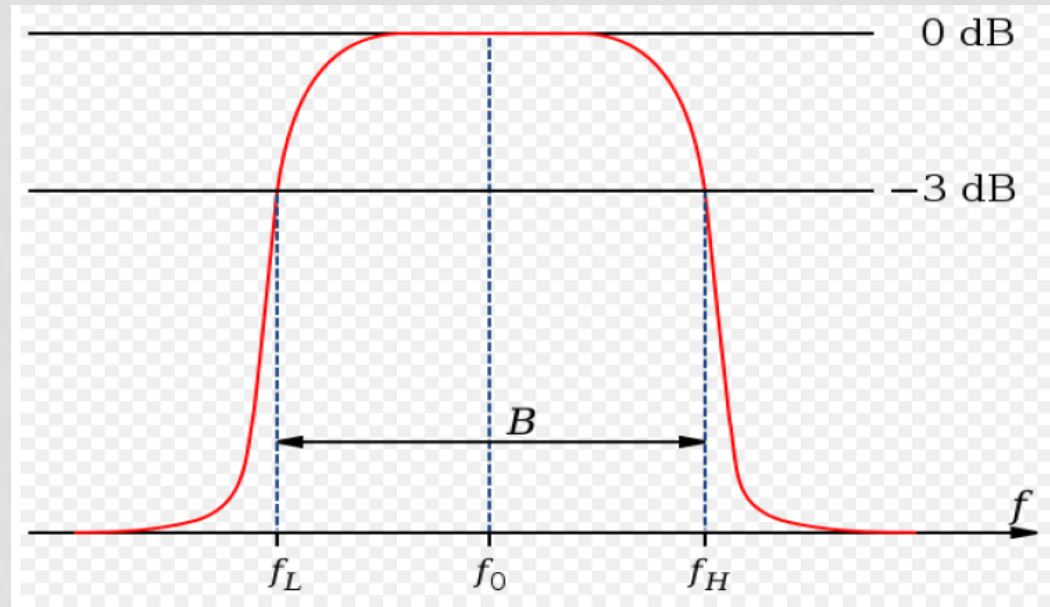
- **Şekil 2**'de yüksek geçiren filtre karakteristiği gösterilmiştir.

BAND GEÇİREN FİLTRELER

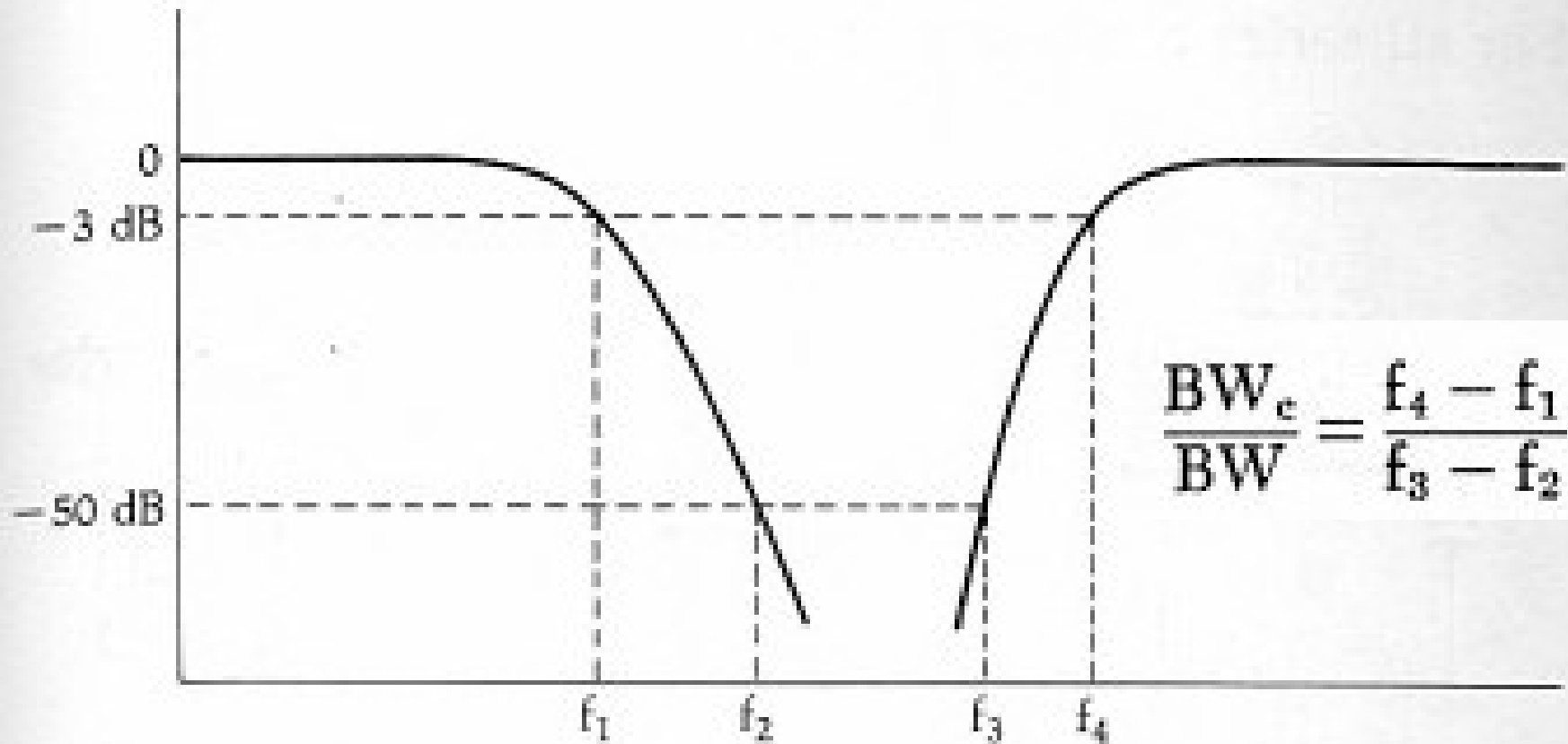
- Band geçiren filtreler istenilen band aralığındaki frekansları geçirip diğer frekansları engelleyen filtre türüdür.

$$f_0 = \frac{f_H - f_L}{2}$$

$$B = f_H - f_L$$

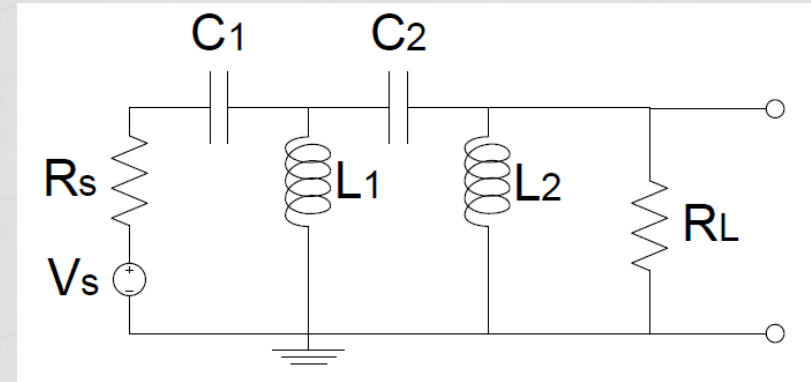
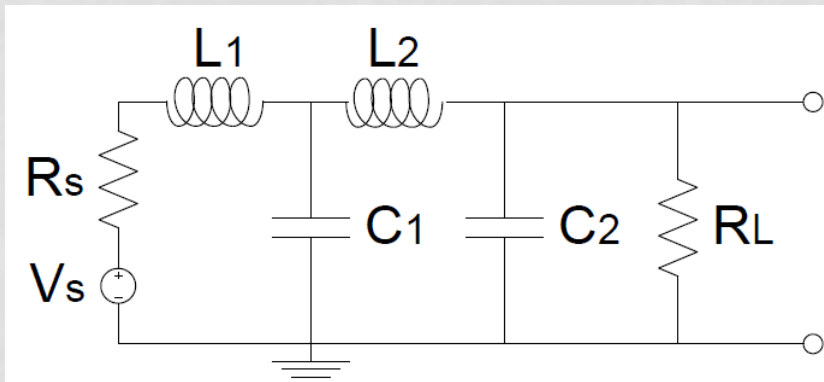


BAND DURDURAN FİLTRE



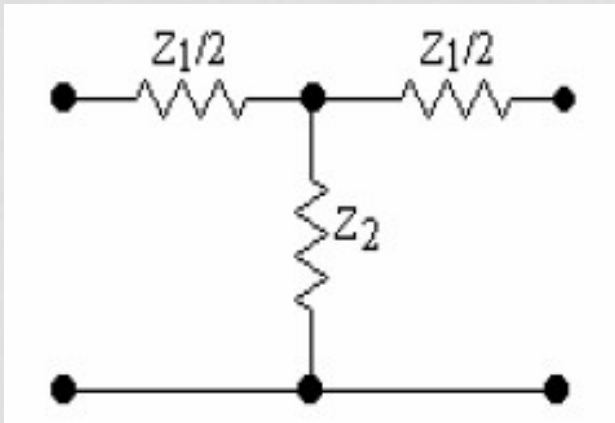
FİLTRE TASARIM METODLARI

- **İki Kapılı Devreler**
- **Basamak Tipi Devreler**
- LC filtre tasarımlarında genelde basamak tipi devreler kullanılmaktadır.

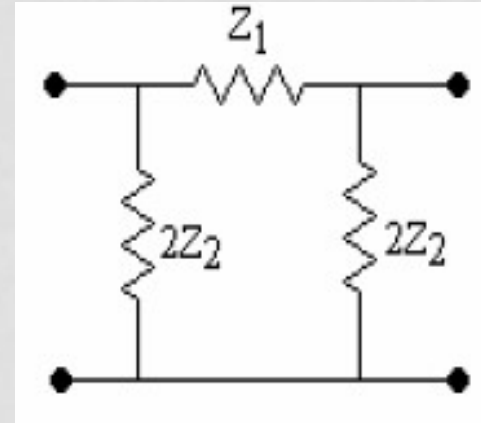


BASAMAK TİPİ İKİ KAPILI DEVRE TÜRLERİ

- Basamak tipi iki kapılı devrelerin iki önemli çeşidi vardır. Bunlar simetrik Π ve T tipi devrelerdir.



T tipi



Π tipi

T Devresi	II Devresi
ABCD Parametreleri	ABCD Parametreleri
$A = 1 + Z_1/2Z_2$ $B = Z_1 + Z_1^2/4Z_2$ $C = 1/Z_2$ $D = 1 + Z_1/2Z_2$	$A = 1 + Z_1/2Z_2$ $B = Z_1$ $C = 1/Z_2 + Z_1/4Z_2^2$ $D = 1 + Z_1/2Z_2$
Z Parametreleri	Z Parametreleri
$Z_{11} = Z_{22} = Z_2 + Z_1/2$ $Z_{12} = Z_{21} = Z_2$	$Y_{11} = Y_{22} = 1/Z_1 + 1/2Z_2$ $Y_{12} = Y_{21} = 1/Z_1$
İletim Parametreleri	İletim Parametreleri
$Z_{iT} = \sqrt{Z_1 Z_2} \sqrt{1 + Z_1/4Z_2}$	$Z_{iII} = \sqrt{Z_1 Z_2} / \sqrt{1 + Z_1/4Z_2}$ $= Z_1 Z_2 / Z_{iT}$
Yayılma Sabiti	Yayılma Sabiti
$e^\gamma = 1 + Z_1/2Z_2$ $+ \sqrt{(Z_1/Z_2) + (Z_1^2/Z_2^2)}$	$e^\gamma = 1 + Z_1/2Z_2$ $+ \sqrt{(Z_1/Z_2) + (Z_1^2/Z_2^2)}$

FİLTRE YAKLAŞIM METHODLARI

- **Butterworth filtresi**

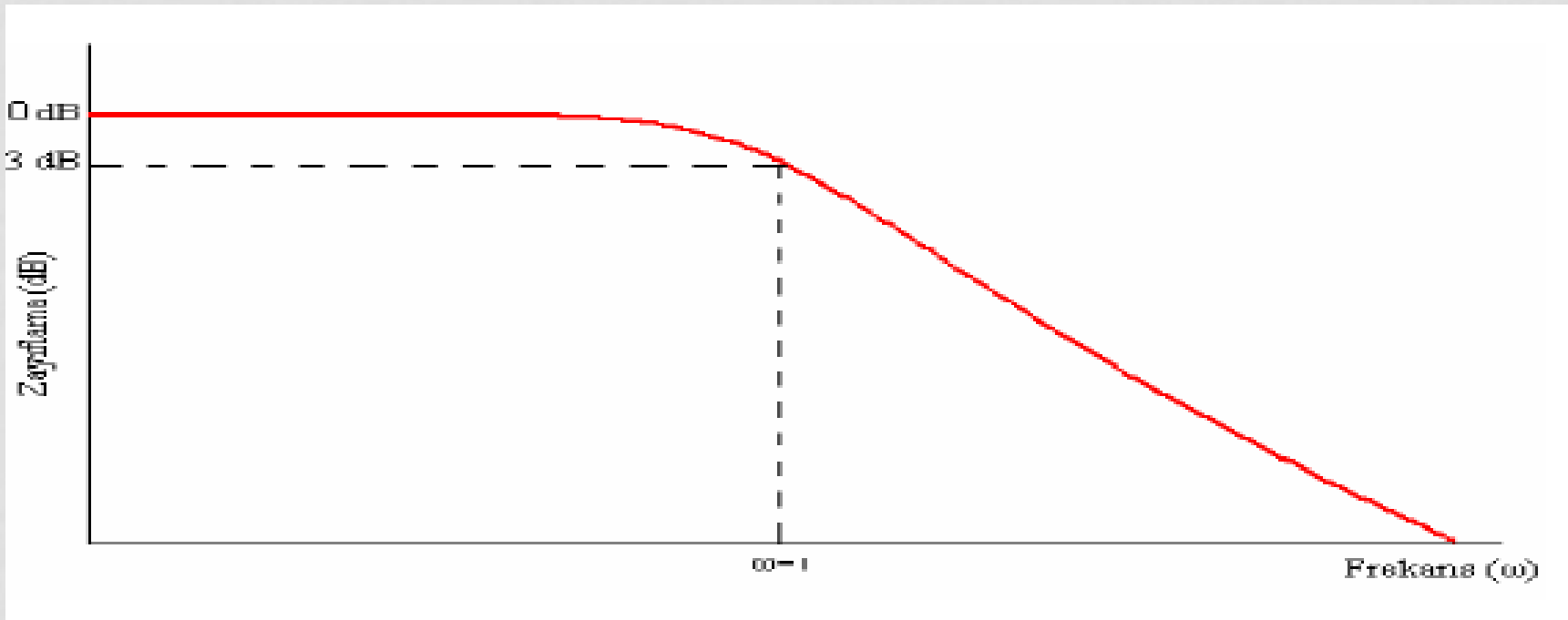
- Butterworth filtrenin zayıflatması:

$$A_{dB} = 10 \log \left[1 + \left(\frac{W}{W_c} \right)^{2n} \right]$$

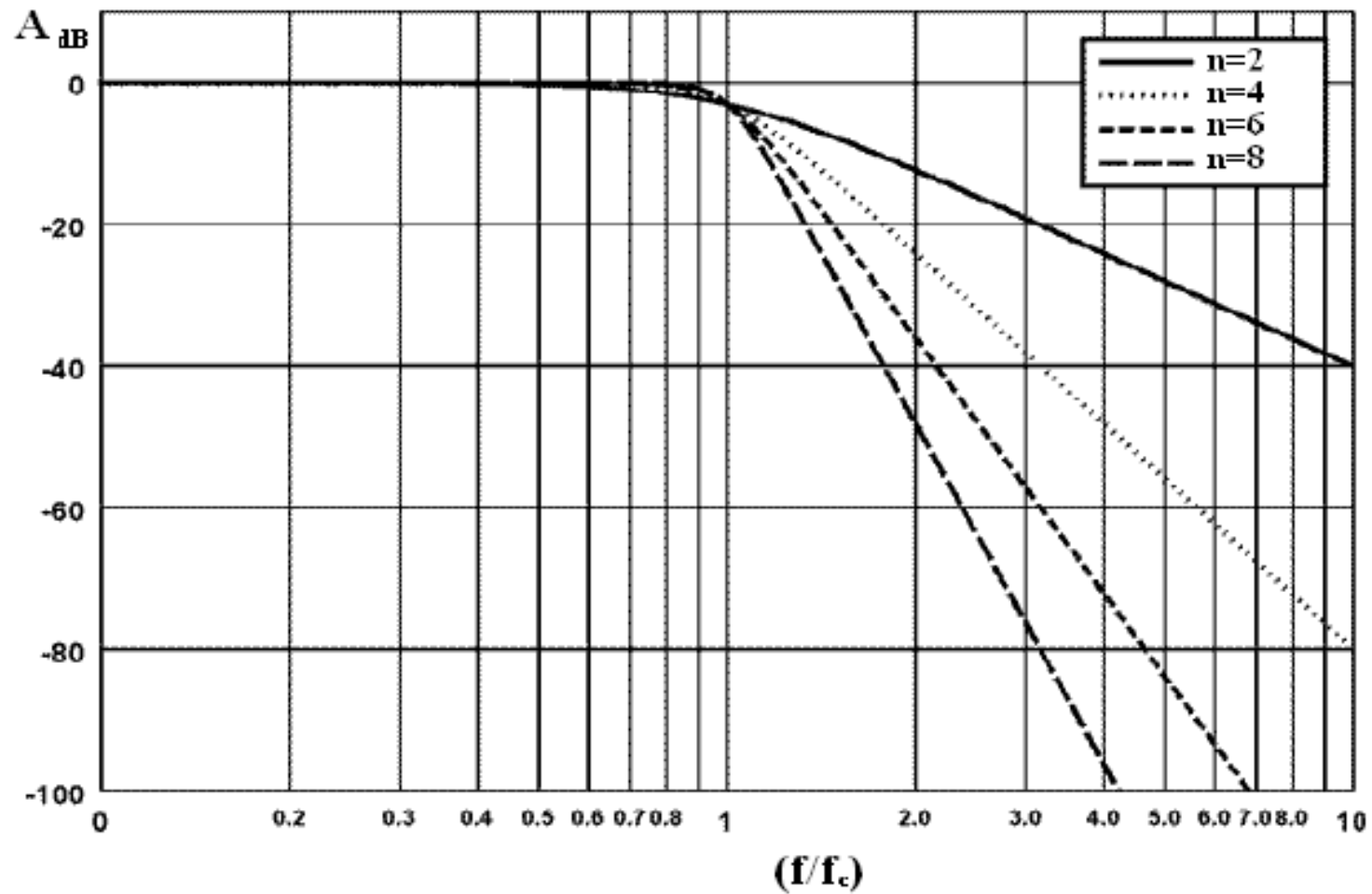
- W = istenen zayıflama değerinin gerçekleştiği frekans,
- W_c = kesim frekansı,
- n filtrenin derecesidir ya da toplam L ve C sayısıdır.

FİLTRE YAKLAŞIM METHODLARI

- KLASİK BİR BUTTERWORTH FİLTRE CEVABI:

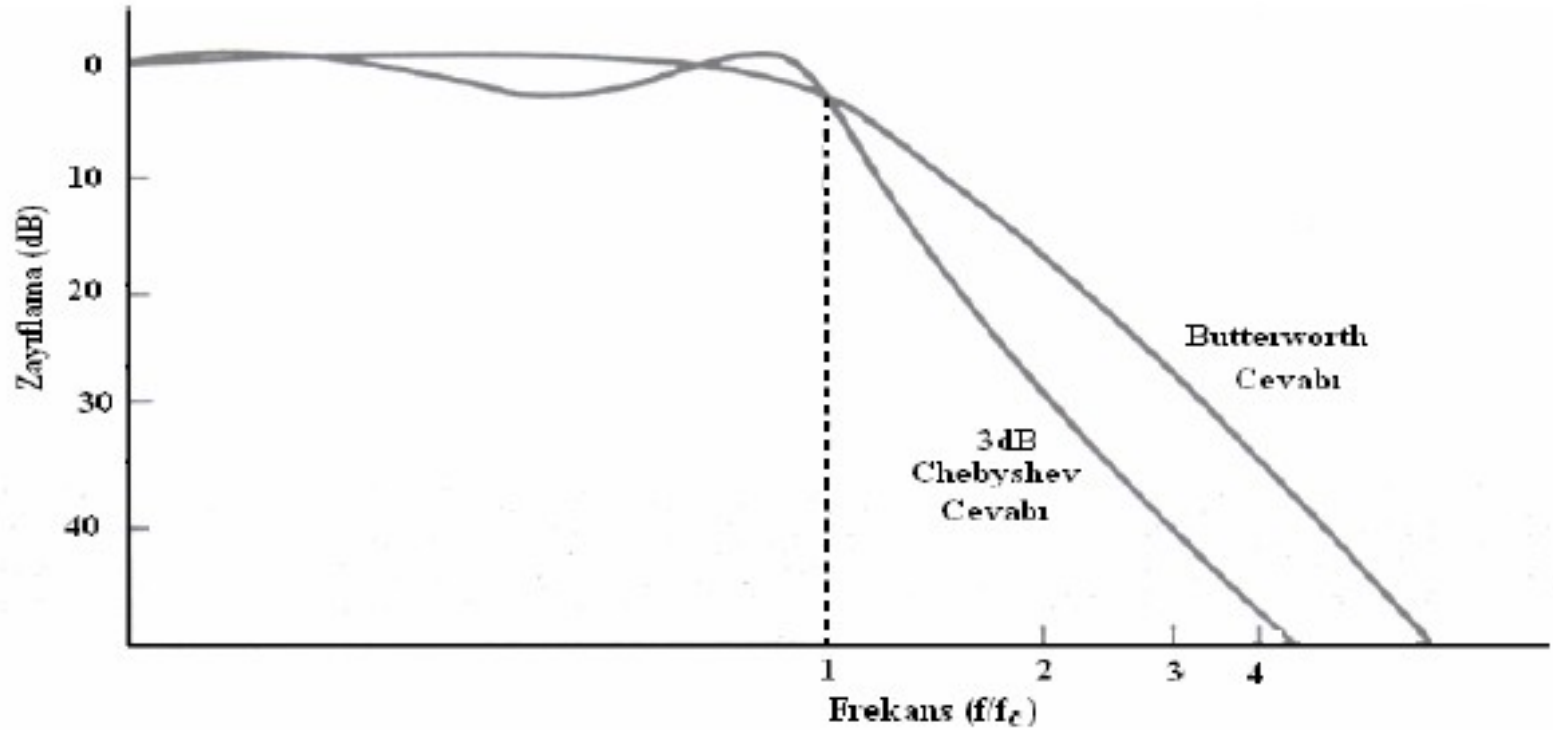


FARKLI DERECELERDEKİ BUTTERWORTH FİLTRELERDE SÖNÜMLENME EĞİMLERİ



Chebyshev Filtreler

- Yüksek Q değerli filtrelerdir.
- Chebyshev filtrenin zayıflatması:
 - $A \text{ (db)} = 10 \log \left[1 + \epsilon^2 C_n^2 \left(\frac{W}{W_C} \right)' \right]$
- $C_n^2 \left(\frac{W}{W_C} \right)' = n$. Dereceden Chebyshev polinomu
- $\epsilon = \sqrt{10^{\text{Ripple}(\text{db})/10} - 1}$



- Şekilde eğriler $n=3$ derecesindeki Butterworth ve Chebyshev filtreleri için karşılaştırmadır.
- Chebyshev filtresi geçiş bandında 3 dB'lik dalgalanma yapar.

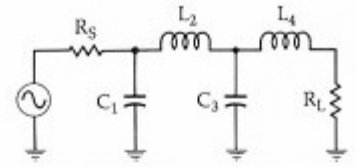
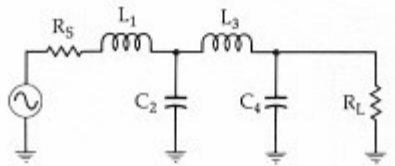
BESSEL FİLTRESİ

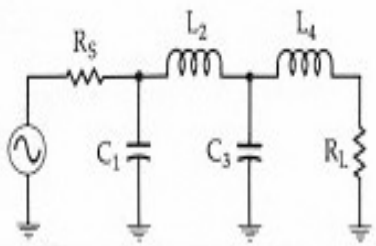
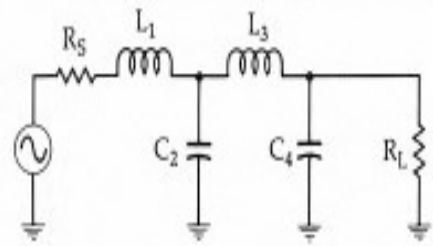
- Diğer filtrelerle göre zayıflatması, geçirme bandında çok fazladır.
- Düzgün gecikme ve lineer faz cevabı karakteristiği verir.
- Filtrenin zayıflatması:
 - $A \text{ (db)} = 10 \log \left[3 \cdot \left(\frac{W}{W_c} \right)^2 \right]$

TASARIM AŞAMASI

- Tasarlanmak istenen filtrenin derecesi belirlenirken kesim frekansı (f_c) ve belirtilen frekansta (f) ne kadar sönüm olması gerektiği kriterleri dikkate alınır.
- $(|f/f_c| - 1)$ değeri hesaplanarak ilgili grafiklerden istenen sönümle kesiştiği nokta belirlenir. Bu noktaya en yakın olan eğri filtrenin derecesini belirler.

Table 3-5A. Chebyshev Low-Pass Prototype Element Values for 0.1-dB Ripple

					
n	R_S/R_L	C_1	L_2	C_3	L_4
2	1.355	1.209	1.638		
	1.429	0.977	1.982		
	1.667	0.733	2.489		
	2.000	0.560	3.054		
	2.500	0.417	3.827		
	3.333	0.293	5.050		
	5.000	0.184	7.426		
	10.000	0.087	14.433		
	∞	1.391	0.819		
3	1.000	1.433	1.594	1.433	
	0.900	1.426	1.494	1.622	
	0.800	1.451	1.356	1.871	
	0.700	1.521	1.193	2.190	
	0.600	1.648	1.017	2.603	
	0.500	1.853	0.838	3.159	
	0.400	2.186	0.660	3.968	
	0.300	2.763	0.486	5.279	
	0.200	3.942	0.317	7.850	
	0.100	7.512	0.155	15.466	
	∞	1.513	1.510	0.716	
4	1.355	0.992	2.148	1.585	1.341
	1.429	0.779	2.348	1.429	1.700
	1.667	0.576	2.730	1.185	2.243
	2.000	0.440	3.227	0.967	2.856
	2.500	0.329	3.961	0.760	3.698
	3.333	0.233	5.178	0.560	5.030
	5.000	0.148	7.607	0.367	7.614
	10.000	0.070	14.887	0.180	15.230
	∞	1.511	1.768	1.455	0.673
n	R_L/R_S	L_1	C_2	L_3	C_4
					

					
n	R_S/R_L	C_1	L_2	C_3	L_4
2	3.000	0.572	3.132		
	4.000	0.365	4.600		
	8.000	0.157	9.658		
	∞	1.213	1.109		
3	1.000	2.216	1.088	2.216	
	0.500	4.431	0.817	2.216	
	0.333	6.647	0.726	2.216	
	0.250	8.862	0.680	2.216	
	0.125	17.725	0.612	2.216	
	∞	1.652	1.460	1.108	
4	3.000	0.653	4.411	0.814	2.535
	4.000	0.452	7.083	0.612	2.848
	8.000	0.209	17.164	0.428	3.281
	∞	1.350	2.010	1.488	1.106
n	R_L/R_S	L_1	C_2	L_3	C_4
					

Filtre Türü	Seri Eleman Değerleri	Paralel Eleman Değerleri
Alt Geçiren	$L = \frac{g_k R}{2\pi f_c}$	$C = \frac{g_k}{2\pi f_c R}$
Üst Geçiren	$C = \frac{1}{2\pi f_c g_k R}$	$L = \frac{R}{2\pi f_c g_k}$
Band Geçiren	$C = \frac{g_k}{2\pi f_c (f_u - f_a) R}$ $L = \frac{(f_u - f_a) R}{2\pi f_u f_a g_k}$	$C = \frac{(f_u - f_a)}{2\pi f_u f_a g_k R}$ $L = \frac{g_k R}{2\pi f_c (f_u - f_a)}$

Tablo 2.2: LC filtreler için elemanların formülleri

R =giriş/çıkış direnci Ω cinsinden,

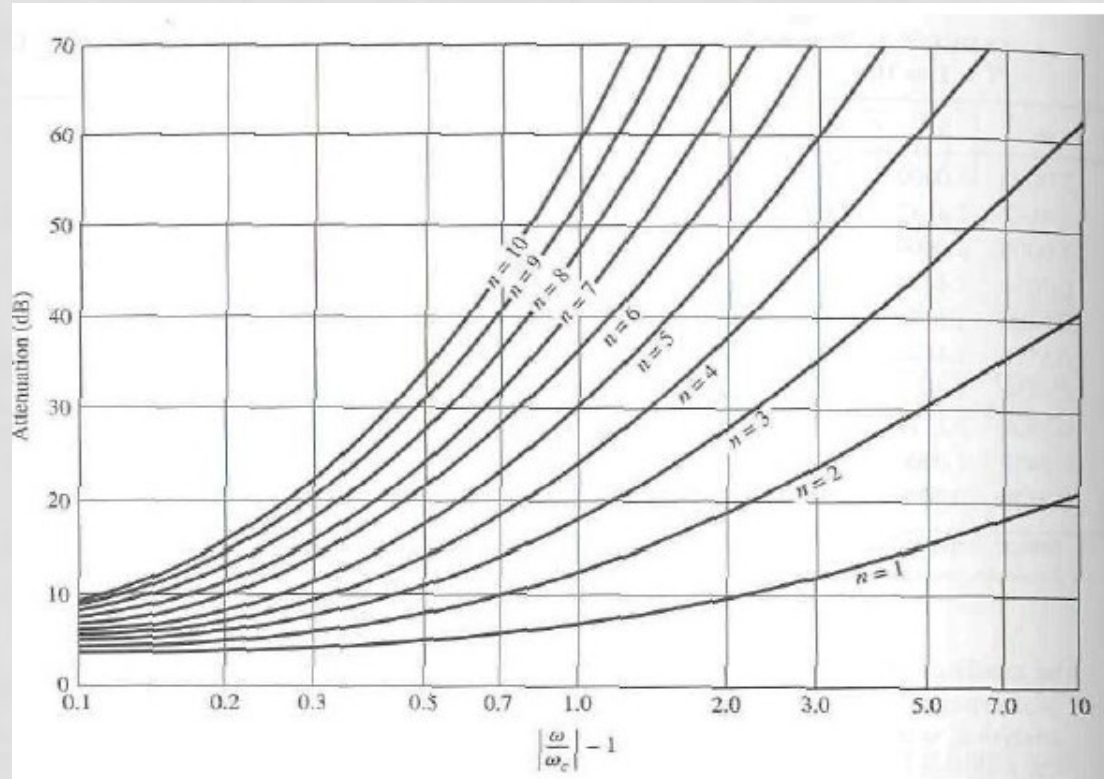
g_k : tasarlanmak istenen filtreye göre tablodan gelen sabit katsayılar,

f_c : kesim frekansı,

f_u : üst kesim frekansı,

f_a : alt kesim frekansı.

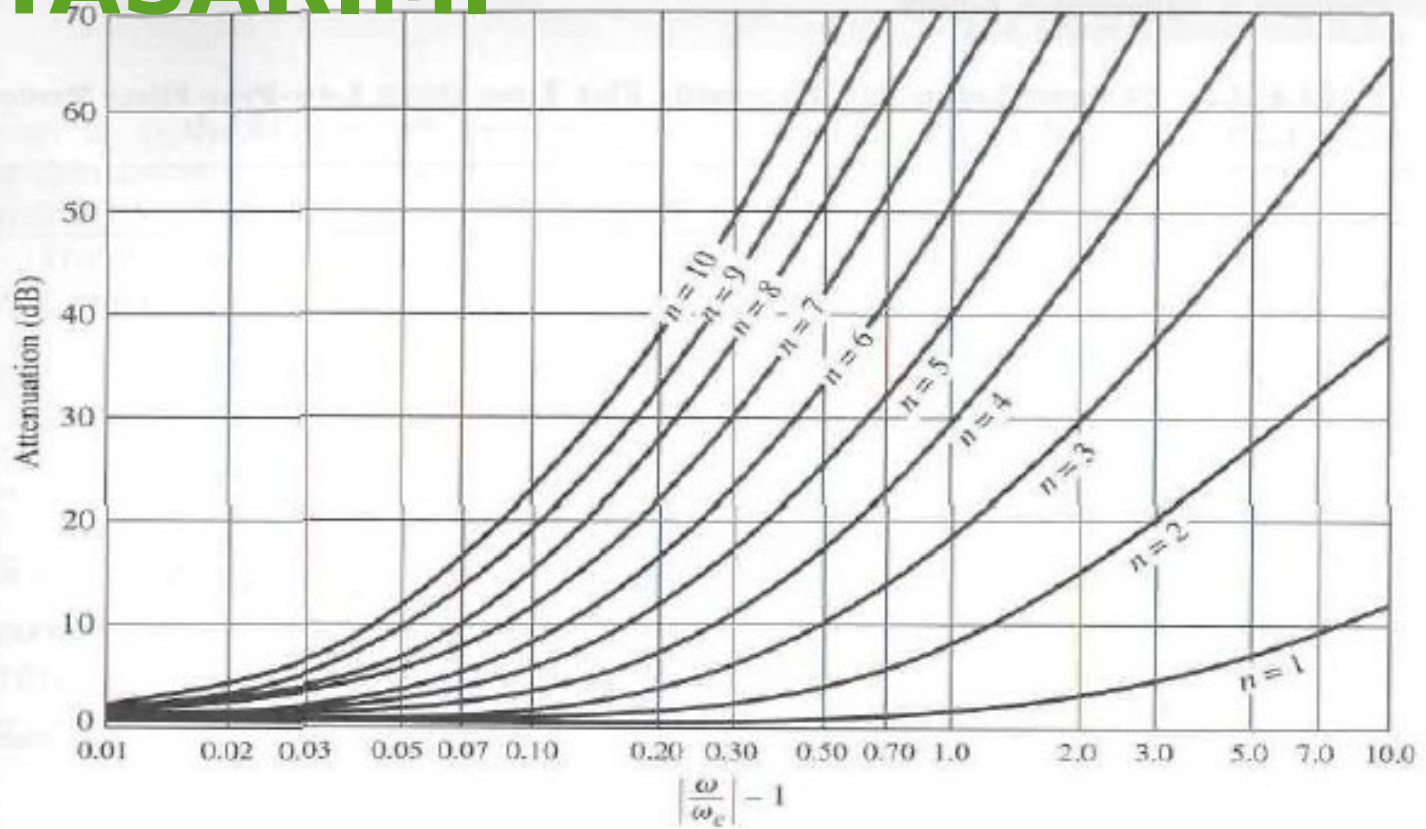
BUTTERWORTH FİLTRE TASARIMI



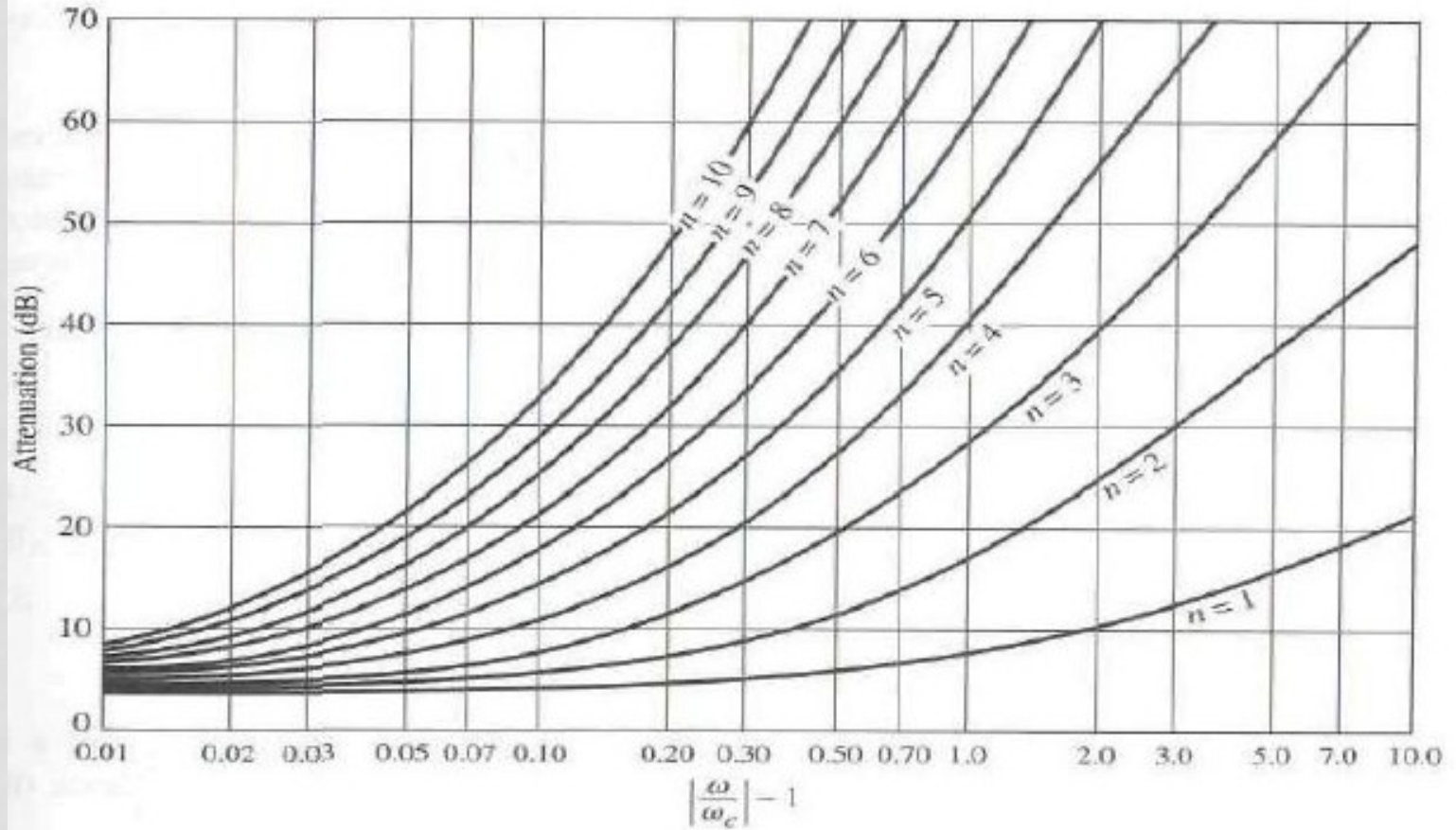
Şekil: Giriş bandı maksimum düzlüklü bir filtre modeli için sönüm-normalize frekans grafiği
Geçiş bandı maksimum düzlüklü alt geçiren filtre örnek modeli için eleman değerleri

N	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
1	2.0000	1.0000								
2	1.4142	1.4142	1.0000							
3	1.0000	2.0000	1.0000	1.0000						
4	0.7654	1.8478	1.8478	0.7654	1.0000					
5	0.6158	1.6180	2.0000	1.6180	0.6158	1.0000				
6	0.5176	1.4142	1.9318	1.9318	1.4142	0.5176	1.0000			
7	0.4450	1.2470	1.8019	2.0000	1.8019	1.2479	0.4450	1.0000		
8	0.3902	1.1111	1.6629	1.9615	1.9615	1.6629	1.1111	0.3902	1.0000	
9	0.3473	1.0000	1.5321	1.8794	2.0000	1.8794	1.5321	1.0000	0.3473	1.0000
10	0.3129	0.9080	1.4142	1.7820	1.9754	1.9754	1.7820	1.4142	0.9080	0.3129

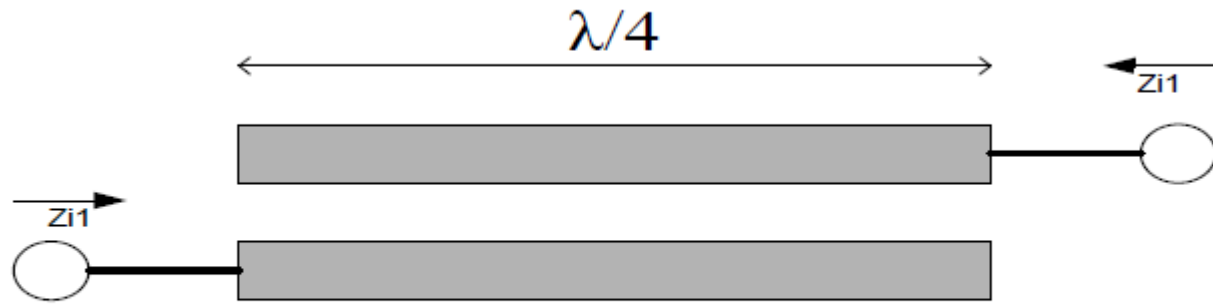
CHEBYSHEV FİLTRE TASARIMI



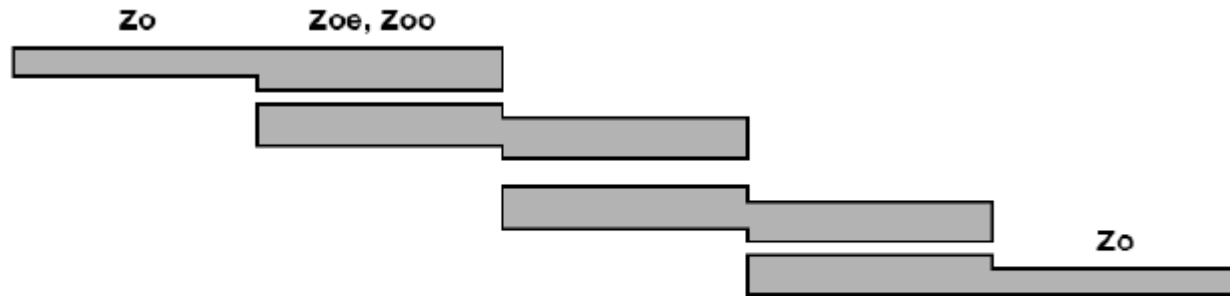
Şekil 2.16: 0.5 dB eşit dalgalanmalı filtre örnek modelleri için sönüm – normalize frekans grafiği [6].



Şekil 2.17: 3 dB eşit dalgalanmalı filtre örnek modelleri için sönüm – normalize frekans grafiği [6].



Şekil 2.18: Band geçiren filtreler için paralel hat çifti



Şekil 2.19: Paralel hat çifti mikroşerit band geçiren filtre örneği

$$Z_{oe} = Z_o[1 + jZ_o + (jZ_o)^2]$$

$$Z_{oo} = Z_o[1 - jZ_o + (jZ_o)^2]$$

$$a^2 = Z_{oe}/Z_{oo}$$

denklemleri kullanılarak;

$$s/d = -a^2 + 1 + \sqrt{(a^2 - 1) + 1}$$

$$w/d = \frac{[1 - (s/d)^2]}{4\sqrt{\epsilon_r}a}$$

denklemleri elde edilir.

Z_{oe} : tek mod empedansı,

Z_{oo} : çift mod empedansı,

d : taban kalınlığı,

ϵ_r : dielektrik sabiti,

w : hat genişliği,

s : hat çifti arası uzaklık.

Mikroşerit hattın yaydığı dalganın boyu:

$$\lambda = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

Hattın uzunluğu $l = \lambda/4$

KAYNAKLAR

- İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ -
RF FİLTRE TASARIMLARI VE GERÇEKLENMESİ -*BİTİRME ÖDEVİ*
-*RAMİZ ERDEM AYKAÇ*
- MEHMET FATİH ÇAĞLAR – YÜKSEK FREKANS TEKNİĞİ DERS
NOTLARI
- RF DESIGN BOOK- CRİS BOWİC