

DIVISOR DE FREQUÊNCIA CAPACITIVO

PARA DRIVERS & TWEETERS, SEM ATENUAÇÃO

Homero Sette Silva

Revisão 06 12 2005

homero@selenium.com.br

A utilização de capacitores, desempenhando a função de filtros passa-altas, em divisores de frequência (crossovers) de primeira ordem, embora tenha a seu favor a qualidade da resposta transitória (aliás muito apreciada pelos audiófilos), é algo que não recomendamos, em virtude de sua atenuação de 6 dB/oitava apresentar um corte muito suave, por vezes incapaz de impedir que as frequências baixas danifiquem o transdutor.

Melhor seria a utilização de indutores e capacitores em filtros de 12 dB/oitava ou, preferivelmente, crossovers ativos de 24 dB/oitava.

No entanto, a utilização de capacitores é uma realidade, devido ao baixo custo e à disponibilidade dos mesmos (embora acima de 10 μF seja muito difícil encontrar capacitores de poliéster, o que obriga a utilização de eletrolíticos bipolares que, às vezes, também são difíceis de serem achados).

Atualmente, estão sendo fabricados no Brasil capacitores de polipropileno, semelhantes aos de poliéster, mas com valores acima de 10 μF , e que são encontrados em lojas especializadas (011 3361-2697 / 221-7189).

Outro detalhe muito importante: aqui neste trabalho, os valores de capacitores apresentados nas tabelas são para uso **sem** resistor de atenuação. Isto significa que, neste caso, os drivers e tweeters estarão instalados em canal ou amplificador separado dos woofers, com controle de volume independente. Se os drivers e/ou tweeters estiverem no mesmo canal que os woofers, torna-se obrigatório o uso de atenuadores, o que está descrito no trabalho DivCapAten.

A presença do resistor de atenuação reduz o valor do capacitor, que deverá ser recalculado.

Mas, o pior de tudo, é que temos constatado estarem muitos usuários usando valores inadequados de capacitores, às vezes para mais (o que geralmente provoca a quebra do diafragma), ou para menos (quando o transdutor não reproduz adequadamente).

Erros comumente encontrados:

1 - Tweeter de 8 ohms com capacitor de 2,2 μF .

Na tabela **TWEETER** vemos que o corte estará em, aproximadamente, 9 kHz, o que, embora não cause danos, pode ser muito elevado, caso o tweeter esteja trabalhando com um driver fenólico ou um alto-falante de médios.

2 - Tweeter com capacitor de 100 μF .

O tweeter será destruído em virtude da frequência de corte (200 Hz) estar muito abaixo dos 5 kHz recomendados para a linha ST da SELENIUM.

3 - Driver D250 com capacitor de 3,3 μF ,

O corte estará em 6 kHz, ou seja, dez vezes acima do mínimo permitido (600 Hz), o que obrigará o transdutor a reproduzir acima da sua faixa de trabalho, deixando sem cobertura as frequências mais baixas, o que produzirá um resultado insatisfatório.

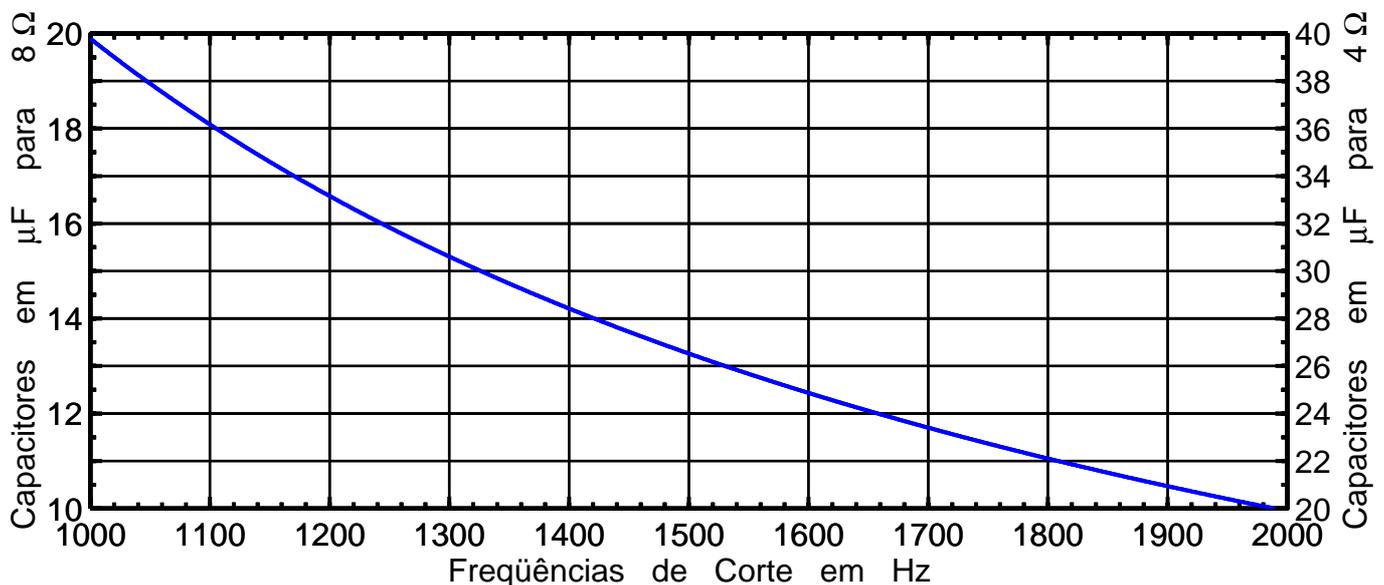


Fig. 1 – Gráfico para obtenção dos capacitores, em função da frequência de corte, para 4 ou 8 Ohms de impedância, na faixa de 1 kHz a 2 kHz.

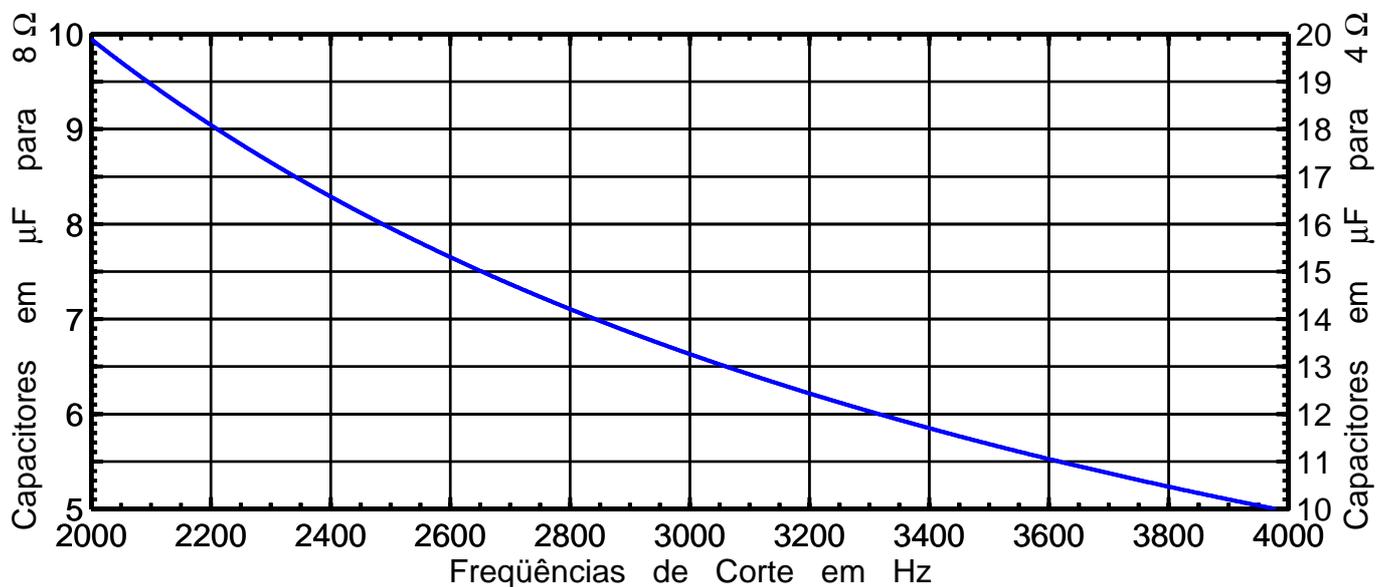


Fig. 2 – Gráfico para obtenção dos capacitores, em função da frequência de corte, para 4 ou 8 Ohms de impedância, na faixa de 2 kHz a 4 kHz.

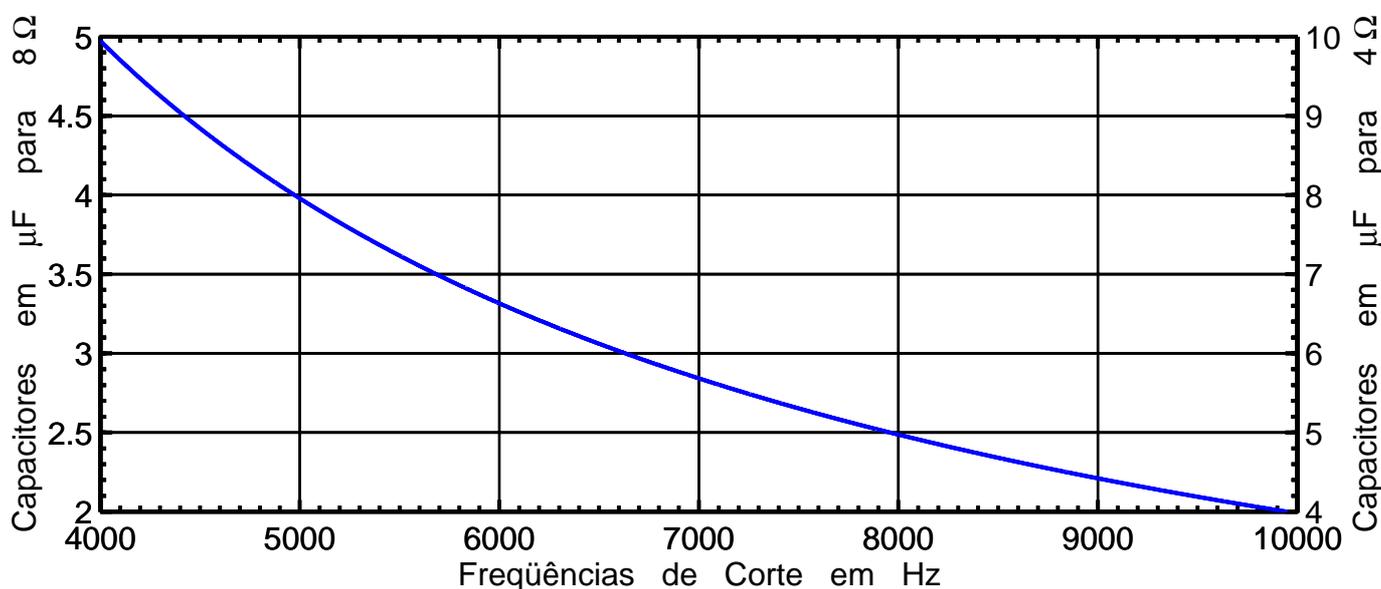


Fig. 3 – Gráfico para obtenção dos capacitores, em função da frequência de corte, para 4 ou 8 Ohms de impedância, na faixa de 4 kHz a 10 kHz.

Através das equações abaixo, podemos calcular o valor do capacitor C, em micro Farads, em função da impedância nominal do transdutor, representada por R_H , e da frequência de corte F_c .

$$C_{(\mu F)} = \frac{1000000}{2 \cdot \pi \cdot R_H \cdot F_c} \quad ; \quad F_c = \frac{1000000}{2 \cdot \pi \cdot R_H \cdot C_{(\mu F)}}$$

Essas equações mostram que o valor de C varia inversamente com R_H e F_c , informação que pode ser usada com os gráficos das Figs. 1, 2 e 3, ou com a Tabela 1, que permitem a obtenção do valor do capacitor sem a necessidade de cálculos. Por exemplo, os valores de C, para uma impedância de 4 ohms, serão exatamente o dobro daqueles para 8 ohms. Assim, nas Figs 1 a 3, a escala vertical da esquerda será usada para os valores correspondentes a 8 ohms, enquanto que a da direita, graduada com o dobro dos valores da anterior, fornecerá os valores de C para 4 ohms de impedância.

Se quisermos obter o capacitor capaz de produzir uma frequência de corte de 150 Hz, valor de frequência inexistente nos gráficos, entraremos com 1500 Hz, no eixo horizontal da Fig. 1, multiplicando por 10 o valor do capacitor obtido.

Capacitor	R_H		
	4Ω	8Ω	16Ω
$C_{(\mu F)}$	Frequências de Corte em Hz		
1,0	39.789	19.894	9.947
1,2	33.157	16.579	8.289
1,5	26.526	13.263	6.631
1,8	22.105	11.052	5.526
2,2	18.086	9.043	4.521
2,7	14.737	7.368	3.684
3,3	12.057	6.029	3.014
3,9	10.202	5.101	2.551
4,7	8.466	4.233	2.116
5,6	7.105	3.553	1.776
6,8	5.851	2.926	1.463
8,2	4.852	2.426	1.213

Tabela 1 - Valores comerciais de capacitores e respectivas frequências de corte

No caso da Tabela 1, vemos que para 8 Ohms de impedância, um capacitor de 1 μF corresponderá a uma frequência de corte de 19.894 Hz . Se desejarmos uma frequência 100 vezes menor, deveremos usar um capacitor 100 vezes maior.

Assim, um capacitor de 100 μF produzirá um corte em 198,94 Hz, ou seja, aproximadamente 200 Hz.

TWEETERS										
Frequências de Corte (Hz) em Função da Impedância do Tweeter e do Capacitor										
Imped. (Ohms)	Capacitores em μF									
	(O símbolo // significa associação em paralelo.)									
R_H	1	2 (1//1)	2,2	3 (2//1)	3,3	4,7	5,5 (3,3//2,2)	6,8	8,0 (4,7//3,3)	9,0 (6,8//2,2)
4	39.800	19.900	18.090	13.267	12.061	8.468	7.236	5.853	4.975	4.422
8	19.900	9.950	9.045	6.633	6.030	4.234	3.618	2.926	2.487	2.211
16	9.950	4.975	4.523	3.317	3.015	2.117	1.809	1.463	1.244	1.105

Tabela 2 – Valores de C para diversas frequências de corte, na faixa dos tweeters de 4, 8 ou 16 Ohms.

DRIVERS										
Frequências de Corte (Hz) em Função da Impedância do Driver e do Capacitor										
Imped. (Ohms)	Capacitores em μF									
	R_H	10	20 (10//10)	22	30 (20//10)	33	47	55 (33//22)	68	80 (47//33)
4	3980	1990	1809	1327	1206	847	724	585	498	442
8	1990	995	904	664	603	423	362	293	249	221
16	995	497	452	332	301	212	181	146	144	110

Tabela 3 – Valores de C para diversas frequências de corte, na faixa dos drivers de 4, 8 ou 16 Ohms.

TWEETERS			
TWEETERS	RESPOSTA (Hz)	CORTES (Hz)	CAPACITORES (μF)
ST300 ST302 ST320 ST322	3.500 – 20.000	5.000 6.000 9.000	3,9 3,3 2,2
ST304 ST324	3.500 – 18.000	5.000 6.000 9.000	3,9 3,3 2,2

Tabela 4 – Valores de C para diversos tweeters Selenium.

DRIVERS FENÓLICOS			
DRIVER	RESPOSTA (Hz)	CORTES (Hz)	CAPACITORES (μF)
DT150	1.500 – 15.000	4.000	4,7
D250	400 - 9.000	600 1.000	33 20
D300	300 - 9.000	600 1.000	33 20
D305	400 - 9.000	600 1.000	33 20
D400	250 - 8.000	600 1.000	33 20
D405	300 Hz - 7 kHz	600 1.000	33 20

Tabela 5 – Valores de C para diversos drivers fenólicos Selenium.

DRIVERS DE TITANIO			
DRIVER	RESPOSTA (Hz)	CORTES (Hz)	CAPACITORES (μF)
DH200	1.500 - 18.000	2.000	10
* 16,8 μ F = 10 μ F // 6,8 μ F			
D205TI	800 - 18.000	1.200 2.000	16,8 * 10
D210TI	800 - 20.000	1.500 2.000	6,8 4,7
D300TI	500 - 18.000	900 1.200	22 16,8 *
D305TI	500 - 18.000	900 1.200	22 16,8 *
D400TI	400 - 18.000	900 1.200	22 16,8 *
D405TI	400 - 18.000	900 1.200	22 16.8 *
D3300TI	500 – 25.000	900 1.200	22 16.8*
D4400TI	600 – 20.000	900 1.200	22 16.8*

Tabela 6 – Valores de C para diversos drivers de titânio Selenium.