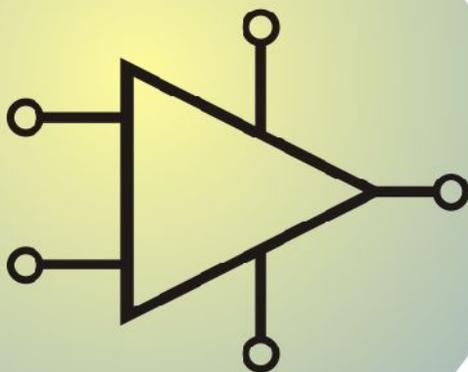


**BANCO DE CIRCUITOS**

**VOLUME 7**

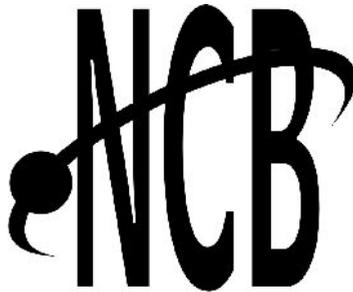
**100 CIRCUITOS DE**



**FILTROS**

**NCB**

**BANCO DE CIRCUITOS**  
**Volume 7**  
**100 CIRCUITOS DE FILTROS**



**Instituto NCB**  
[www.newtonbraga.com.br](http://www.newtonbraga.com.br)  
[leitor@newtonbraga.com.br](mailto:leitor@newtonbraga.com.br)

BANCO DE CIRCUITOS – V.7 - 100 CIRCUITOS DE  
FILTROS

**Autor:** Newton C. Braga  
São Paulo - Brasil - 2013

**Palavras-chave:** Eletrônica - Engenharia Eletrônica -  
Componentes – Reparação – Service – Projetos – Passa Altas –  
Passa Baixas – Passa Faixas - Notch - Rejeitor

Copyright by  
INSTITUTO NEWTON C BRAGA.  
*1ª edição*

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos, atualmente existentes ou que venham a ser inventados. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético atualmente em uso ou que venha a ser desenvolvido ou implantado no futuro. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17/12/80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenização diversas (artigos 122, 123, 124, 126 da Lei nº 5.988, de 14/12/73, Lei dos Direitos Autorais).

**Diretor responsável:** Newton C. Braga  
**Diagramação e Coordenação:** Renato Paiotti

# Índice

<b>Apresentação.....</b>	<b>8</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>10</b>
<b>Filtros Passa Baixas.....</b>	<b>12</b>
1. Filtro Passa-Baixas Básico.....	13
2. Filtro com LM102.....	15
3. Filtro de Segunda Ordem (12 dB/oitava).....	16
4. Filtro de Quinta Ordem (30 dB/Oitava).....	17
5. Filtro de segunda ordem com 741.....	18
6. Filtro de 1 Hz.....	19
7. Filtro de 1 500 Hz.....	20
8. Filtro de 1 kHz com o TLC271.....	21
9. Filtro Ajustável de 2 a 20 kHz.....	22
10. Filtro Passa-Baixas.....	23
11. Filtro de três seções de 5ª Ordem.....	24
12. Filtro Passa-Baixas de Segunda Ordem com o 741.....	25
13. Filtro Passa-Baixas de Segunda Ordem com o 741 (2)....	26
14. Filtro Passa-Baixas de 1 kHz .....	27
15. Filtro Passa-Baixas de Quarta Ordem com o 741 .....	28
16. Filtro Ativo Passa Baixas de 100 Hz com o 741.....	29
17. Filtro Variável Passa Baixas de 2,3 a 24 kHz com o 741. .30	
18. Filtro Passa Baixas Básico.....	31
19. Filtro Passa Baixas de 1 kHz.....	32
20. Filtro Passa Baixas de 1 kHz (2).....	33
21. Filtro de 10 kHz com LM102.....	34
22. Filtro Passa-Baixas de Segunda Ordem (12 dB/oitava)....	35
23. Filtro Passa Baixas de Quinta Ordem.....	36
24. Filtro Passa Baixas de Segunda Ordem com o 741 (2)....	37
25. Filtro Passa Baixas de 1 Hz.....	38
26. Filtro Passa Baixas de 1,5 kHz.....	39
27. Filtro Passa Baixas com o TLC271.....	40
28. Filtro Passa-Baixas Ajustável de 2 a 20 kHz.....	41
29. Filtro de três seções de 5ª Ordem.....	42

30. Filtro Butterworth Passa Baixas.....	43
31. Filtro Passa Baixas de 18 dB Por Oitava.....	44
32. Filtro Passa-Baixas – Simulação com o Bode Plotter.....	45
<b>Filtros Passa Altas.....</b>	<b>47</b>
33. Filtro Passa - Altas de 1 kHz.....	49
34. Filtro de Segunda ordem para 1 kHz.....	50
35. Filtro de terceira ordem de 1 kHz.....	51
36. Filtro Ajustável de 230 a 2,8 kHz.....	52
37. Filtro de Segunda Ordem.....	54
38. Filtro de 100 Hz.....	55
39. Filtro Motorola de Segunda Ordem.....	56
40. Passa Altas para Altas frequências.....	57
41. Filtro de Terceira Ordem de 1 kHz.....	58
42. Filtro de 1 kHz com ganho 2.....	59
43. Filtro Passa Altas de Segunda Ordem com o 741 .....	60
44. Filtro Passa Altas com o 741.....	61
45. Filtro Passa Altas de 100 Hz com o 741.....	62
46. Filtro Passa-Altas de Segunda Ordem com o 741.....	63
47. Filtro Variável Passa Altas de 23,5 Hz a 700 Hz com o 741.....	64
48. Filtro Passa-Altas de 1 kHz.....	65
49. Filtro Passa Altas de 100 Hz com o 741.....	66
50. Filtro Passa-Altas de 1 kHz (2).....	67
51. Filtro de terceira ordem de 1 kHz.....	68
52. Filtro Passa-Altas de Quarta Ordem com o 741 .....	69
53. Filtro Passa Altas Ajustável de 230 a 2,8 kHz.....	70
54. Filtro Passa Altas de Segunda Ordem.....	71
55. Filtro Passa-Altas de 1 kHz com ganho 2.....	72
56. Filtro Passa-Altas de Segunda Ordem de 1 kHz.....	73
57. Filtro Passa-Altas – Com Simulação.....	74
58. Filtro Passa Altas de 18 dB por Oitava.....	76
59. Filtro Passa Altas de 12 dB Por Oitava.....	77
60. Filtro Passa-Altas de Terceira Ordem de 1 kHz.....	78
<b>Filtros Passa-Faixa ou Passa-Bandas.....</b>	<b>79</b>
61. Filtro Passa-Faixa.....	79

<a href="#">62. Filtro Passa Faixa de 1 kHz com o 741.....</a>	<a href="#">80</a>
<a href="#">63. Filtro de 100 kHz com o 741.....</a>	<a href="#">81</a>
<a href="#">64. Filtro Passa Faixa de 1 kHz com o 741.....</a>	<a href="#">82</a>
<a href="#">65. Filtro Passa Faixa com o 741 (2).....</a>	<a href="#">83</a>
<a href="#">66. Filtro Passa Faixa de 1 kHz (2).....</a>	<a href="#">84</a>
<a href="#">67. Filtro Passa Faixas - 741.....</a>	<a href="#">85</a>
<a href="#">68. Filtro Passa Faixa de Dupla Sintonia .....</a>	<a href="#">86</a>

**Filtros Rejeitores de Faixa.....87**

<a href="#">69. Filtro Rejeitor de Alto Q.....</a>	<a href="#">88</a>
<a href="#">70. Filtro Sintonizado Rejeitor de Faixa .....</a>	<a href="#">89</a>
<a href="#">71. Filtro Rejeita-Faixa de Alto-Q.....</a>	<a href="#">90</a>
<a href="#">72. Filtro Rejeitor com Q Ajustável.....</a>	<a href="#">91</a>
<a href="#">73. Filtro Rejeitor de 50 Hz.....</a>	<a href="#">92</a>
<a href="#">74. Filtro Rejeitor de Q Ajustável.....</a>	<a href="#">93</a>
<a href="#">75. Filtro Rejeitor de 1 kHz com o 741.....</a>	<a href="#">94</a>
<a href="#">76. Filtro Rejeitor de Alto Q (2).....</a>	<a href="#">95</a>
<a href="#">77. Filtro Rejeitor.....</a>	<a href="#">96</a>
<a href="#">78. Filtro Rejeitor de Alto Q.....</a>	<a href="#">97</a>

**Filtros Para Áudio.....98**

<a href="#">79. Filtro de Chiado Para Toca Discos.....</a>	<a href="#">98</a>
<a href="#">80. Filtro Ativo de Áudio.....</a>	<a href="#">99</a>
<a href="#">81. Filtro Passivo de Áudio.....</a>	<a href="#">100</a>
<a href="#">82. Filtro de Áudio.....</a>	<a href="#">101</a>
<a href="#">83. Filtro Contra Ronco.....</a>	<a href="#">102</a>
<a href="#">84. Filtro Para Fones.....</a>	<a href="#">103</a>
<a href="#">85. Filtro de Voz de 300 a 3,4 kHz com o 741.....</a>	<a href="#">104</a>
<a href="#">86. Circuito de Rumble.....</a>	<a href="#">105</a>
<a href="#">87. Filtro Ativo de Graves e Agudos.....</a>	<a href="#">106</a>
<a href="#">88. Filtro de Scratch.....</a>	<a href="#">107</a>
<a href="#">89. Filtro de Scratch (2).....</a>	<a href="#">108</a>
<a href="#">90. Filtro de Voz.....</a>	<a href="#">109</a>
<a href="#">91. Filtro de Ruídos Para Toca Discos.....</a>	<a href="#">110</a>
<a href="#">92. Filtro Subwoofer.....</a>	<a href="#">111</a>
<a href="#">93. Filtro Scratch (3).....</a>	<a href="#">112</a>
<a href="#">94. Filtro de Tom com 4046.....</a>	<a href="#">113</a>

95. Filtro Variável Passa Altas e Baixas com o 741.....	114
<b>Filtros Diversos.....</b>	<b>115</b>
96. Filtro Para a Rede de Energia.....	115
97. Filtro Contra Interferências.....	116
98. Filtro Contra Interferência.....	117
99. Filtro Duplo Contra Interferência.....	118
100. Filtro a Cristal Proporcional Sinais Senoidais Puros.....	119
101. Filtro Duplo e Triplo de Interferência Via Rede.....	120
102. Controle de Tom.....	122
103. Circuito Biquad.....	123
<b>Anexos.....</b>	<b>124</b>
FILTROS ATIVOS USANDO AMPLIFICADORES OPERACIONAIS.....	124
FILTRO PASSA-FAIXA.....	128
FILTRO PASSA-ALTAS E PASSA-BAIXAS.....	131
FILTRO PASSA-FAIXA COM REALIMENTAÇÃO MÚLTIPLA.....	134
FILTROS COM GIRADORES.....	136

## **Apresentação**

Durante nossa longa carreira como escritor de artigos e livros técnicos, por diversas vezes abordamos o tema “coletânea de circuitos”, incluindo também informações. Assim, anteriormente, abordando este tema, publicamos as séries “Circuitos e Informações” (7 volumes) e “Circuitos e Soluções” (5 volumes) contendo centenas de circuitos úteis e informações técnicas de todos os tipos.

As séries se esgotaram, o tempo passou, mas os leitores ainda nos cobram algo semelhante atualizado e que possa ser usado ainda em projetos de todos os tipos. De fato, circuitos básicos usando componentes discretos comuns, de transistores a circuitos integrados, são ainda amplamente usados como soluções simples para problemas imediatos, parte de projetos mais avançados e até com finalidade didática atendendo à solicitação de um professor que necessita de uma aplicação para uma teoria. Assim, voltamos agora com esta série, mas com uma estrutura diferenciada, novos projetos e nova abordagem. O diferencial na abordagem será dividir os diversos volumes da série por temas. Assim, no nosso primeiro volume tivemos circuitos de áudio, depois circuitos de fontes e seguindo a série neste sexto teremos circuitos de rádios, transmissores aplicações semelhantes como boosters e filtros.

Em nosso estoque de circuitos, coletados de todas as fontes possíveis, já temos mais de 5000 deles, muitos dos quais podendo ser acessados de forma dispersa no site. A vantagem de se ter estes circuitos organizados em volumes, além do acesso em qualquer parte, está na fácil localização de um circuito. As informações, por outro lado, serão agregadas aos circuitos, com links internos, o que só é possível numa publicação digital. A maioria destes circuitos, colhidos em publicações que, em alguns casos, pode não ser muito atuais, recebe um tratamento especial

com comentários, sugestões e atualizações que viabilizam sua execução mesmo em nossos dias. Enfim, com esta série, damos aos leitores a oportunidade de ter em seus tablets, Iphones, Ipads, PCs, notebooks e outras mídias uma fonte de consulta de grande importância tanto para seu trabalho, como para seus estudos ou simples como hobby.

Newton C. Braga

## Introdução

Depois do sucesso do Banco de Circuitos no meu site e das coleções esgotadas de Circuitos e Informações e Circuitos e Soluções, levo aos meus leitores uma coletânea de circuitos selecionada de minha enorme coleção disponível. Durante minha vida toda colecionei praticamente todas as revistas técnicas de eletrônica estrangeiras, dos Estados Unidos, França, Espanha, Itália, Alemanha, Argentina e até mesmo do Japão, possuindo assim um enorme acervo técnico.

Não posso reproduzir os artigos completos que descrevem os projetos que saem nessas revistas, por motivos ditados pela lei dos direitos autorais, mas a mesma lei permite que eu utilize uma figura do texto, com citação, comentando seu conteúdo para efeito de informação ou complementação de um conteúdo maior. É exatamente isto que faço na minha seção no site e também disponibilizo neste livro. Estou selecionando os principais circuitos destas publicações, verificando quais ainda podem ser montados em nossos dias, com a eventual indicação de componentes equivalentes, fazendo alterações que julgo necessárias e disponibilizando-os aos nossos leitores. Para o site já existem mais de 5 000 circuitos, no momento que escrevo este livro, mas a quantidade aumenta dia a dia.

Frequente o site, que ele poderá lhe ajudar a encontrar aquela configuração que você precisa para seu projeto. Os 100 circuitos selecionados para a primeira edição desta série e depois mais 100 para a segunda e assim por diante, já totalizando 700 com este volume, são apenas uma pequena amostra do que você vai encontrar no site. Para esta edição escolhemos 100 circuitos de filtros com componentes comuns e de fácil obtenção na maioria dos casos.

**Volumes Anteriores:**

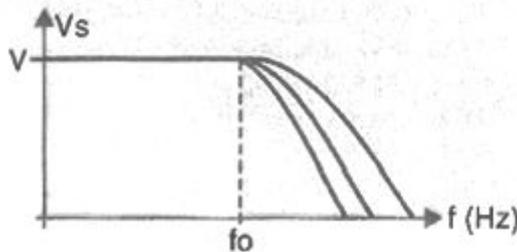
- Volume 1 - 100 Circuitos de áudio
- Volume 2 - 100 Circuitos de fontes
- Volume 3 - 100 Circuitos osciladores
- Volume 4 - 100 Circuitos de potência
- Volume 5 - 100 Circuitos com LEDs e Displays
- Volume 6 - 100 Circuitos de Rádios e Transmissores

**Filtros**

Filtros de frequências são circuitos de grande utilidade numa enorme gama de aplicações práticas. Amplificadores, sistemas de som, circuitos de RF, receptores, transmissores são exemplos de alguns locais em que os filtros podem ser usados. Neste livro reunimos uma coleção de circuitos dos principais tipos, como os tipos passa-baixas, passa-altas, rejeitores (notch) e passa-faixas. Estes circuitos utilizam em sua maioria componentes comuns sendo, portanto, de fácil execução prática.

## Filtros Passa Baixas

Um filtro passa-baixas deixa passar apenas os sinais que possuem frequência abaixo de certo valor, denominado frequência central ou de corte do filtro, conforme mostra a figura 1.

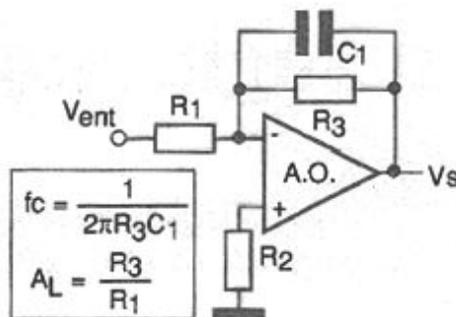


A partir dessa frequência ( $f_0$ ) o ganho do circuito cai, obtendo-se assim uma atenuação mais ou menos acentuada do sinal. Na figura temos atenuações mais suaves de 6 dB e atenuações mais fortes, de 18 dB e intermediárias de 12 dB. O valor dessa atenuação dependerá da configuração ou ordem do filtro.

A seguir, damos uma seleção de filtros desse tipo usando amplificadores operacionais. As características podem variar sensivelmente conforme o tipo de amplificador usado. Com base nos valores de componentes mostrados, o leitor pode modificar o filtro para operar com outras frequências.

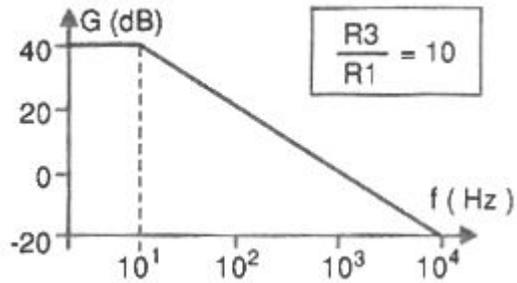
## 1. *Filtro Passa-Baixas Básico*

O circuito mostrado é sugerido pela National Semiconductor. Este circuito faz uso de um amplificador operacional que pode ser o LM102 ou equivalente mais moderno como o 741. Os valores dos componentes são calculados pela fórmula junto ao diagrama. O resistor R2 tem a mesma ordem de valor que R1. A relação entre R3 e R1 determina a eficiência do filtro, ou seja, o modo como ocorre a atenuação do sinal a partir da frequência de corte. A fonte de alimentação deve ser simétrica e a frequência máxima de operação depende do amplificador operacional utilizado. As frequências para este tipo de circuito, usando operacionais comuns, normalmente não vai além de algumas centenas de quilohertz. O valor da tensão de alimentação depende do operacional empregado, ficando normalmente entre 3+3 V e 15+15 V.



Para esse filtro de primeira ordem a atenuação é de 6 dB por oitava.

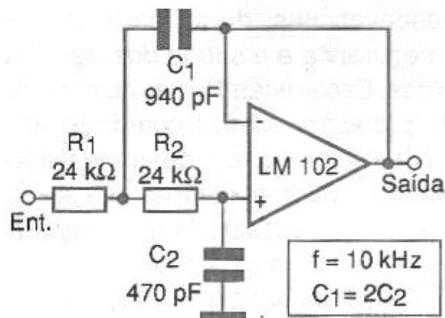
Na figura seguinte temos um gráfico que mostra a atenuação para uma relação de valores entre R3 e R1 de 10.



Observamos que, quanto maior for o ganho na faixa passante do filtro, menor deve ser a frequência de corte, pois o ganho é função da faixa passante nesse tipo de componente.

## 2. Filtro com LM102

Na figura temos mais um circuito sugerido pela National Semiconductor, fazendo uso de um amplificador operacional LM102. Amplificadores operacionais equivalentes podem ser empregados como, por exemplo, o 741. A fonte deve ser simétrica.



A frequência de corte desse filtro é de 10 kHz e  $C_1$  deve manter a relação indicada com  $C_2$ . Os valores dos componentes podem ser alterados para que a frequência de corte desse filtro seja modificada. Observamos que os valores dos componentes sugeridos não são comerciais, pois foram calculados para um valor exato de frequência. Na prática, podem ser usados os valores comerciais mais próximos, considerando-se a tolerância desejada na frequência escolhida. Em lugar de 24k podemos usar 22k e para  $C_1$  1nF.