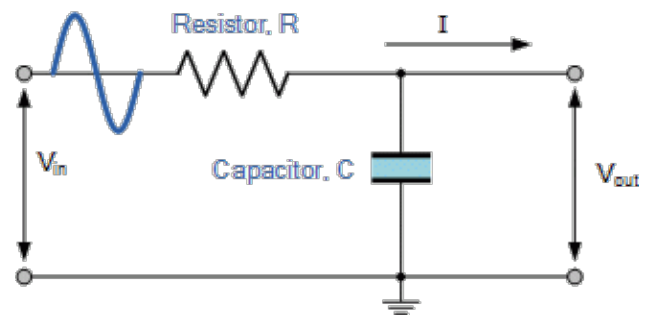


A figura abaixo representa um circuito simples contendo um resistor e um capacitor.



O circuito atua como um filtro "passa-baixas": você envia um sinal do lado esquerdo e ele emerge filtrado do lado direito.

Utilizando a lei de Ohm e as propriedades dos capacitores, e supondo que a impedância do equipamento a ser alimentado é muito alta, de modo que a corrente ali seja muito baixa, podemos escrever as equações que governam o circuito. Chamando de  $I$  a corrente no resistor e no capacitor e de  $Q$  a carga no capacitor, temos

$$IR = V_{in} - V_{out}, \quad Q = CV_{out}, \quad I = \frac{dQ}{dt},$$

sendo  $V_{in}$  e  $V_{out}$  as tensões de entrada e de saída, respectivamente.

Substituindo a segunda equação na terceira, e substituindo o resultado na primeira equação, chegamos a

$$\frac{dV_{out}}{dt} = \frac{1}{RC}(V_{in} - V_{out}).$$

1. Escreva um programa para resolver essa última equação e determinar  $V_{out}(t)$  usando o método de Runge-Kutta de quarta ordem com um sinal de entrada dado por uma onda quadrada com frequência igual a 1 e amplitude igual a 1. Explicitamente,

$$V_{in}(t) = \begin{cases} 1, & \text{se } \lfloor 2t \rfloor \text{ é par,} \\ -1, & \text{se } \lfloor 2t \rfloor \text{ é ímpar,} \end{cases}$$

em que  $\lfloor x \rfloor$  é o maior inteiro menor ou igual a  $x$ . Utilize seu programa para fazer gráficos de  $V_{out}(t)$  de  $t = 0$  até  $t = 10$  com  $RC = 0.01, 0.1$  e  $1$ , com  $V_{out}(0) = 0$ . Você terá que decidir que valor de  $h$  utilizar em seus cálculos. Pequenos valores produzem resultados mais precisos, mas a execução do programa irá demorar mais. Teste uma variedade de valores e escolha para seus cálculos finais aquele que lhe parecer mais sensato.

2. Com base nos gráficos produzidos pelo seu programa, descreva o que vê e explique o que o circuito está fazendo. Dica: qual é a dimensão física do produto  $RC$ ?


Um programa semelhante ao que você escreveu é executado em muitos aparelhos de som, para criar o efeito de controle de "graves". Em tempos idos, o controle de graves nos aparelhos de som era conectado a um filtro eletrônico passa-baixas real no circuito do amplificador, mas

atualmente há apenas um processador computacional que  
<https://edisciplinas.usp.br/moodle/quizz/review.php?...>  
 simula o comportamento do filtro de forma semelhante ao  
 seu programa.

Envie seu programa e sua resposta ao item 2 nos  
 formulários abaixo.

O grafico exposto aponta que o aumento em RC suaviza  
 mais as descontinuidades do sinal de entrada  $V_{in}$ . RC é o  
 tempo necessario para carregar  $e^{-1}$  de uma diferenca de  
 potencial.

Sabemos que os auto-vetores da equção diferencial do  
 "passa-baixas" formam a base de Fourier. Na  
 representacao do sinal pela base de Fourier que o nome do  
 filtro ganha semantica, pois os auto-valores associados  
 decrescem com a frequencia. Assim, as frequencias mais  
 altas ficam mais atenuadas repercutindo nessa atenuação  
 das variacoes do sinal filtrado.

 Questao1.py

## Histórico de respostas

Passo	Hora	Ação	Estado	Pontos
1	25/03/2020 18:39	Iniciada	Ainda não respondida	

Passo	URL	Ação	Estado	Pontos
2	25/03/2020 18:41	Salvou: O grafico exposto aponta que o aumento em RC suaviza mais as descontinuidades do sinal de entrada Vin. RC é o tempo necessario para carrgar $e^{(-1)}$ de uma diferenca de potencial. Sabemos que os auto-vetores da equção diferencial do "passa-baixas" formam a base de Fourier. Na representacao do sinal pela base de Fourier que o nome do filtro ganha semantica, pois os auto-valores associados decrescem com a frequencia. Assim, as frequencias mais altas ficam mais atenuadas repercutindo nessa atenuação das variacoes do sinal filtrado.	Resposta salva	
3	25/03/2020 18:41	Tentativa finalizada	Completo	