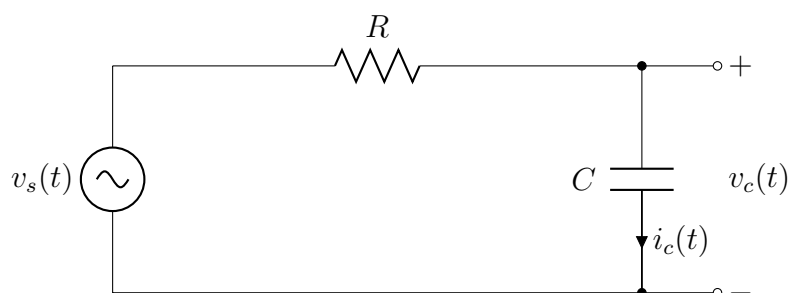


Prática 4 (17/04/2015).Implementação em Arduino de um controlador proporcional para um sistema de 1<sup>a</sup> ordem - Circuito  $RC$ 

1. Obtenha a equação diferencial ordinária e a função de transferência do circuito  $RC$  apresentado baixo, considerando que  $v_s(t)$  é a entrada e  $v_c(t)$  é a saída desse sistema dinâmico.



2. Obtenha a função de transferência contínua do sistema em malha fechada considerando que foi colocado em série com o circuito  $RC$  um controlador proporcional de parâmetro  $K_p$ .
3. Determine o(s) pólo(s) do sistema em malha fechada, a(s) constante(s) de tempo e o ganho do sistema em malha fechada, todos em função do parâmetro  $K_p$ . Obtenha os valores numéricos desse parâmetros para 5 casos diferentes:  $K_p \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ . Considere  $C = 220 \text{ nF}$  e  $R = 100 \text{ k}\Omega$  (ou  $R = 1 \text{ M}\Omega$ ).
4. Faça o *download* do arquivo ‘Controlador\_Proportional\_RC.ino’ via Moodle e abra-o na IDE do Arduino instalada no computador do laboratório que você está utilizando.
5. Gaste o tempo necessário para analisar e entender esse código. Tire dúvidas com o seu professor, se necessário. Note que  $K_p = 1$ .
6. Uma vez entendido o código, monte o circuito  $RC$  com os valores de resistência e capacitância especificados anteriormente.
7. Conecte adequadamente o Arduino ao circuito. Note que o sinal de referência produzido pelo gerador de sinais será lido pelo Arduino no pino A0 (entrada analógica), o sinal de saída (sensor) será lido no pino A1 (entrada analógica) e o sinal de controle será transmitido ao circuito RC pelo pino 5 (saída PWM “analógica”). Ao finalizar toda as conexões, chame o professor para que ele verifique se tudo foi feito de forma correta.
8. Gere uma onda quadrada de frequência adequadamente escolhida em função da constante de tempo do circuito  $RC$ , com valor mínimo  $V_{min} = 0 \text{ V}$  e valor máximo  $V_{max} = 1,5 \text{ V}$ . Esse será o seu sinal de referência.
9. Conecte o Arduino ao computador via porta USB e carregue o programa ‘Controlador\_Proportional\_RC.ino’ no microcontrolador.

10. Meça a resposta do sistema em malha fechada, a referência em degrau e a ação de controle com o auxílio do osciloscópio. Armazene todos os dados num pendrive e importe-os a partir do MATLAB.
11. Com base nos dados medidos, estime o ganho, a(s) constante(s) de tempo e o(s) pólo(s) do sistema em malha fechada real. Compare esses valores de parâmetros estimados com os valores teóricos.
12. Compare o gráfico da resposta temporal  $v_c(t)$  medida com a resposta temporal obtida a partir da simulação do modelo dinâmico do circuito  $RC$  em malha fechada ao ser excitado pelo sinal de referência medido. *Dica:* Utilize as funções `tf`, `feedback` e `lsim` para simular o comportamento do sistema real.
13. Repita o experimento e a análise para  $K_p \in \{2, 3, 4, 5\}$ . Que fatos você pode identificar com o aumento de  $K_p$ ?