

## Solução do exercício 2 - Capítulo 5

Denomine de  $i_1$  a corrente pelo resistor com valor  $R$ , de  $i_2$  a corrente pelo resistor com valor  $2R$  e de  $i_C$  a corrente pelo capacitor. Então

$$i_C(t) = i_1(t) + i_2(t)$$

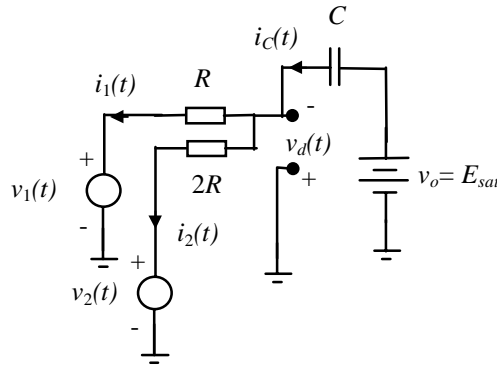
Para o amplificador operacional na região linear tem-se (usando o conceito de "terra virtual"):

$$i_1(t) = -\frac{v_1(t)}{R} \quad i_2(t) = -\frac{v_2(t)}{2R} \quad i_C(t) = \frac{dv_C(t)}{dt}C \quad v_o(t) = v_C(t)$$

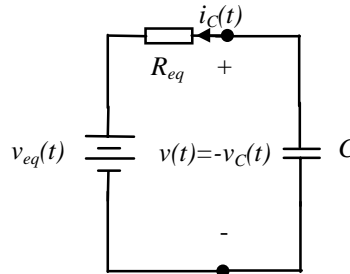
onde  $v_C$  é a tensão sobre o capacitor. Assim nesta região linear de funcionamento a equação diferencial será:

$$\frac{dv_o(t)}{dt} = -\frac{v_1(t)}{RC} - \frac{v_2(t)}{2RC}.$$

Na região de saturação positiva  $v_d(t) > 0$ , e  $v_o(t) \equiv E_{sat}$ . Portanto o circuito terá comportamento eletricamente equivalente ao abaixo:



Substituindo o subcircuito resistivo pelo seu equivalente de Thevenin, obtém-se:



onde

$$v_{eq}(t) = \frac{v_2(t) + 2v_1(t)}{3} - E_{sat} \quad R_{eq} = \frac{2}{3}R$$

Assim

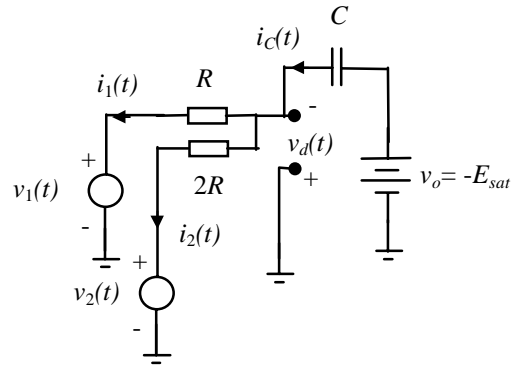
$$-v_C(t) = v_{eq}(t) + R_{eq}i_C(t) \quad i_C(t) = \frac{dv_C(t)}{dt}C$$

resultam na equação diferencial para o circuito na região de saturação positiva do amplificador operacional:

$$\frac{dv_C(t)}{dt} + \frac{3}{2RC}v_C(t) = -\frac{v_2(t) + 2v_1(t)}{2RC} + \frac{3}{2RC}E_{sat}.$$

As transições entre as regiões linear e de saturação positiva acontecerão para  $v_d(t) = -E_{sat} + v_C(t) = 0$ , ou seja, quando  $v_C(t) = E_{sat}$ .

Na região de saturação negativa  $v_d(t) < 0$ , e  $v_o(t) \equiv -E_{sat}$ . Portanto o circuito terá comportamento eletricamente equivalente ao abaixo:



Substituindo o subcircuito resistivo pelo seu equivalente de Thevenin, obtém-se um circuito semelhante ao caso anterior, mas com

$$v_{eq}(t) = \frac{v_2(t) + 2v_1(t)}{3} + E_{sat}$$

Assim

$$-v_C(t) = v_{eq}(t) + R_{eq}i_C(t) \quad i_C(t) = \frac{dv_C(t)}{dt}C$$

resultam na equação diferencial para o circuito na região de saturação negativa do amplificador operacional:

$$\frac{dv_C(t)}{dt} + \frac{3}{2RC}v_C(t) = -\frac{v_2(t) + 2v_1(t)}{2RC} - \frac{3}{2RC}E_{sat}.$$

As transições entre as regiões linear e de saturação negativa acontecerão para  $v_d(t) = E_{sat} + v_C(t) = 0$ , ou seja, quando  $v_C(t) = -E_{sat}$ .