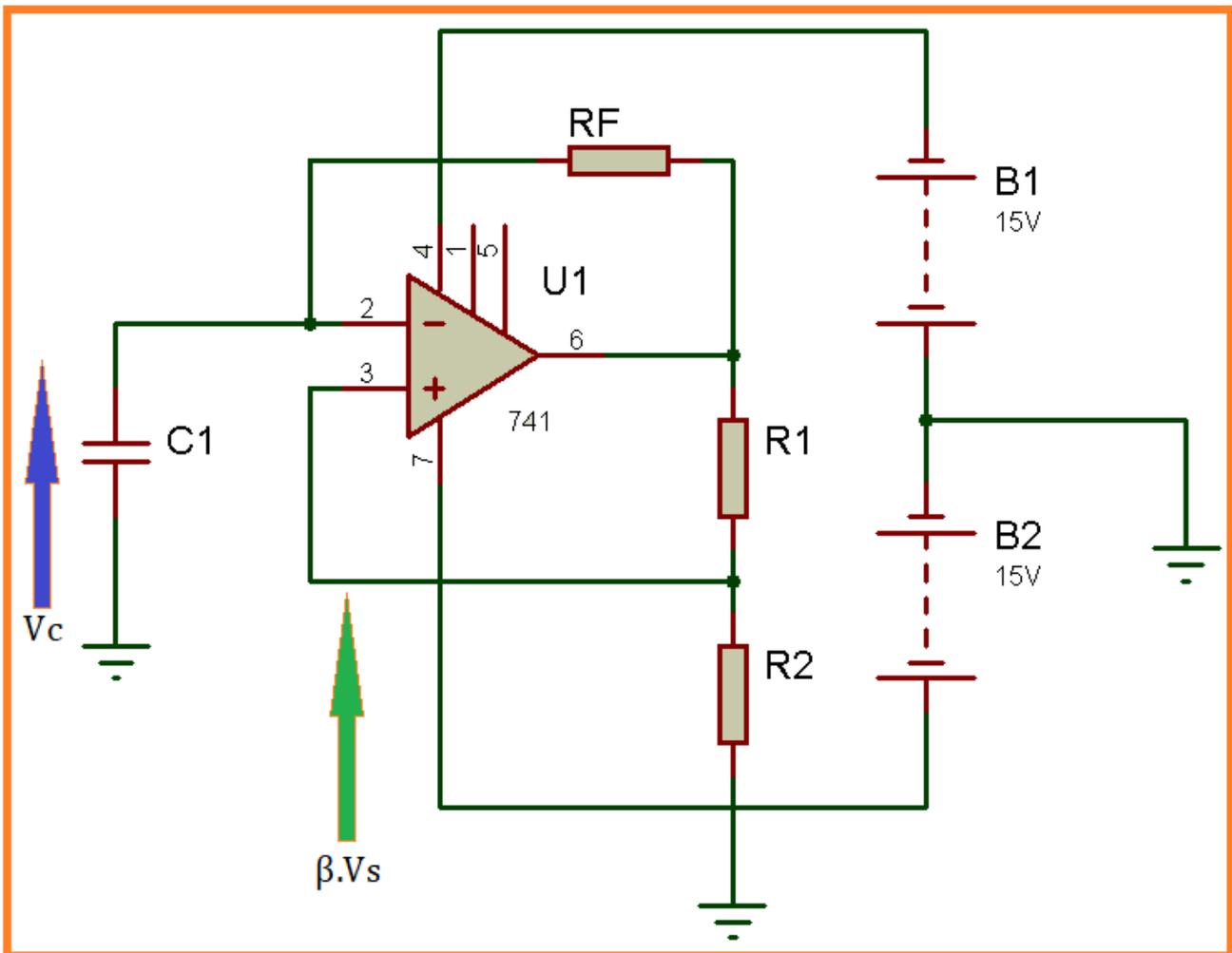


GERADOR DE ONDA QUADRADA COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Essa operação é conhecida também como “multivibrador astável” por gerar uma onda quadrada.

FUNCIONAMENTO:

A figura a seguir mostra o circuito básico do gerador, baseado no AO 741:



a) na entrada inversora está presente a tensão V_c (extremos do capacitor C_1), que é realimentada da saída (pino 6) através de R_F ;

b) desta forma teremos uma comparação de tensões nas entradas inversora e não inversora;

c) na entrada inversora teremos a tensão V_c e na entrada não inversora teremos uma tensão de referência (V_{ref}) que é calculada por $\beta \cdot V_s$

d) essa tensão é proveniente do divisor de tensão formado por R_1 e R_2 que alimenta a entrada não inversora;

e) essa tensão é calculada pela forma abaixo:

$$\beta = \frac{R2}{R1+R2} \quad \text{ou} \quad V_{\text{ref}} = \frac{R2}{R1+R2} \cdot V_s$$

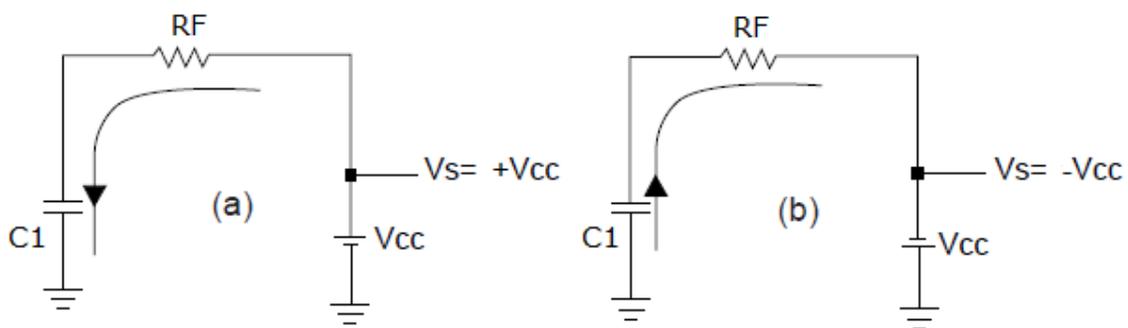
f) conclui-se então que a comparação é feita nas entradas (pinos 2 e 3) entre a tensão nos extremos do capacitor C1 (V_c) e $\beta \cdot V_s$

g) assim, a saída pode alternar para valores positivos e negativos, conforme mostrado a seguir:

Se $V_c > \beta \cdot V_s$ (V_c mais positiva) então a saída será (-) pois prevalece entrada inversora

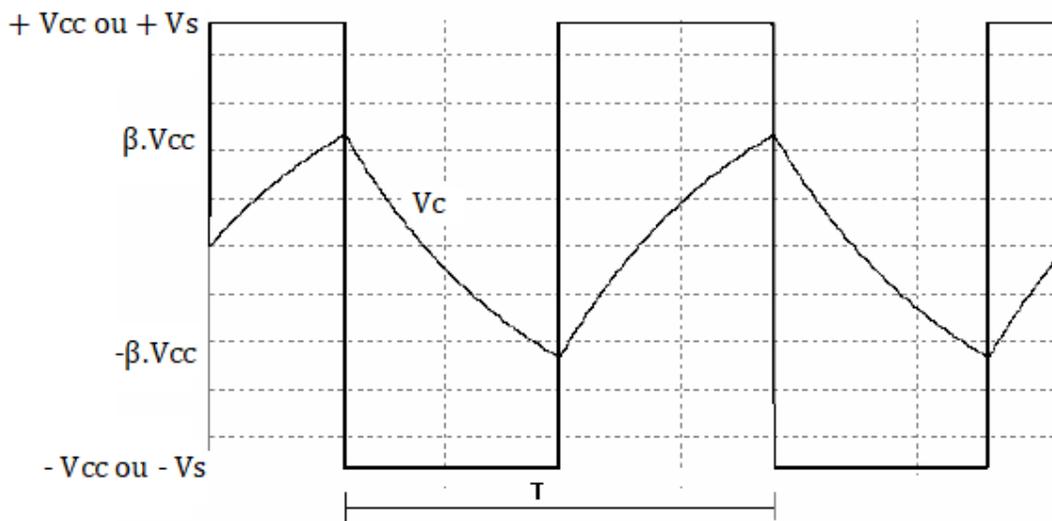
Se $V_c < \beta \cdot V_s$ (V_c menos positiva, portanto, $\beta \cdot V_s$ mais positiva) então a saída será positiva pois prevalece a entrada não inversora

Veja a figura na figura a seguir o comportamento do capacitor durante o processo de carga com a troca da polaridade de V_{cc} , ou seja, com valores de $\pm V_{cc}$:



Observa-se então que ora $V_s = +V_{cc}$ ou $V_s = -V_{cc}$, onde no esquema mostrado, as tensões $\pm V_{cc}$ são representadas por B1 e B2

Podemos então observar as formas de onda sobre o capacitor C1 e a tensão de saída (V_s)



T representa o período no processo de carga e descarga do capacitor coincidente com a saída V_s ou V_{cc}

A partir daí, a frequência de oscilação pode ser calculada pela fórmula:

$$T = 2.R.C.\ln \frac{1+\beta}{1-\beta}$$

Onde:

R é o resistor de realimentação (RF)

C é o capacitor de entrada (C1)

ln = logaritmo neperiano

T é o período em segundos

Vejamos um exemplo:

Supondo R1 = R2 = 100k; RF = 47k e C1 = 100nF, calcule a frequência de oscilação.

Resolvendo:

$$\text{Partindo da fórmula: } T = 2.R.C.\ln \frac{1+\beta}{1-\beta}$$

$$\beta = 100k/200k = 0,5$$

$$1 + \beta = 1,5$$

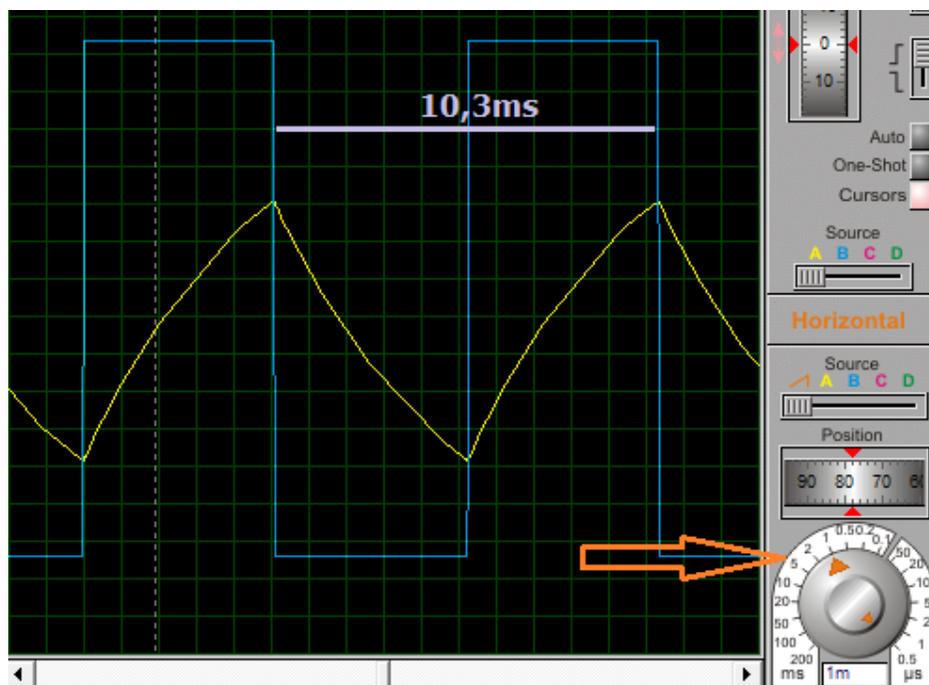
$$1 - \beta = 0,5$$

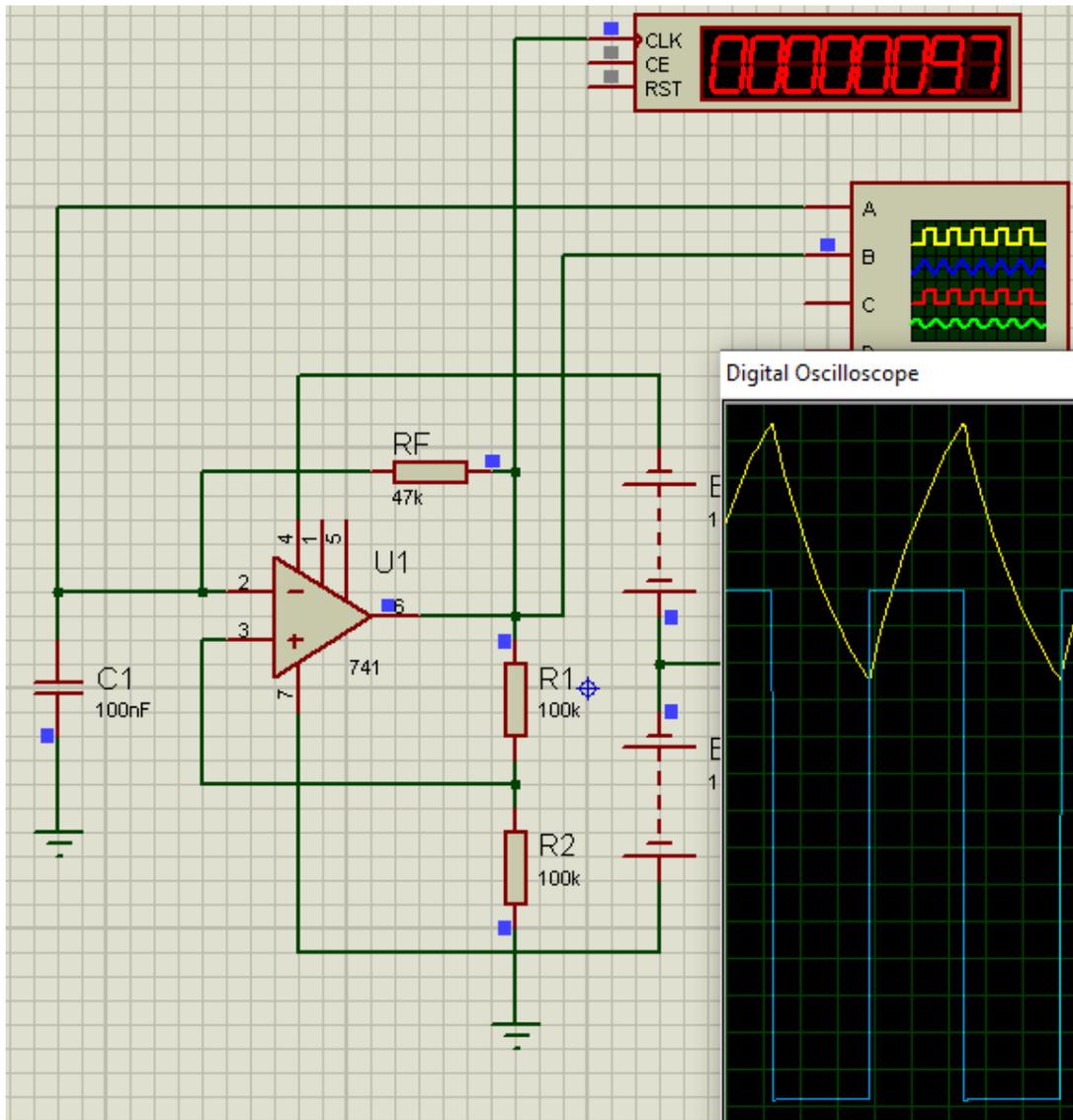
$$1,5 \div 0,5 = 3, \text{ assim } \ln \text{ de } 3 = 1,0986$$

Temos então: $2 \times 47k \times 100nF \times 1,0986 = 0,010327s$ ou $10,327ms$

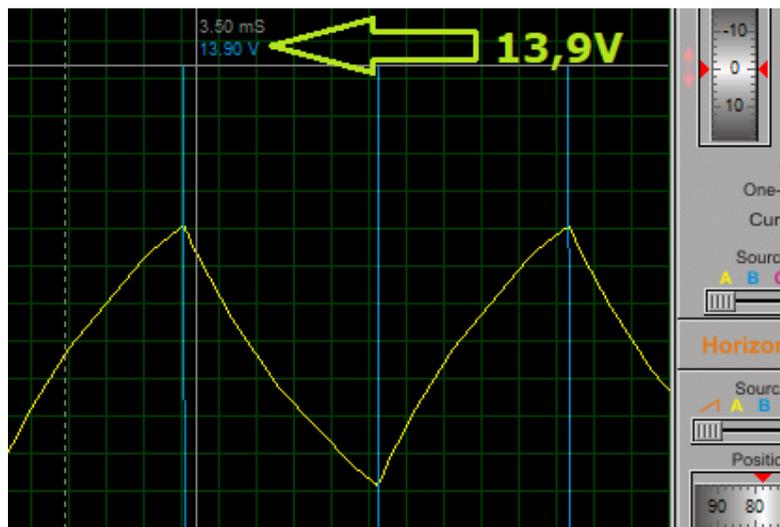
Então se $T = 10,327ms$ a frequência será $1/T = 96,8Hz$ **f = 96,8Hz**

Veja a seguir a simulação feita no Proteus ISIS

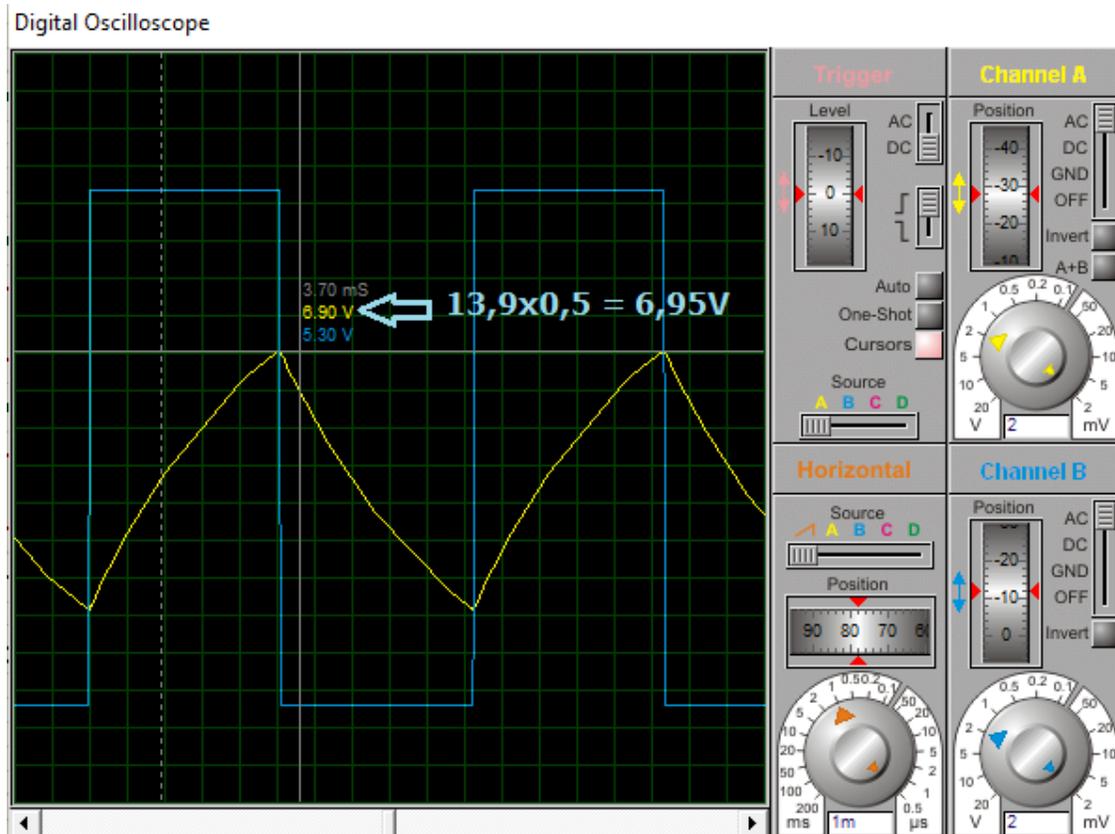




Observe nas figuras acima as medidas feitas no osciloscópio que condizem com os valores calculados. Veja na figura a seguir o valor medido de V_{cc} ou V_s



A figura a seguir mostra a tensão no momento da carga máxima do capacitor, que corresponde a $\beta \cdot V_s$ ou $\beta \cdot V_{cc}$



SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Montar no simulador virtual Proteus ISIS um gerador de onda quadrada para que a frequência de oscilação seja 1000Hz. Proceder todos os cálculos e efetuar as medidas comprobatórias.

Dados: $R_1 = 4,7k$ e $R_2 = 100k$

$R_F = 56k$

$C_1 =$ calcular para a frequência solicitada

RESOLVENDO:

a) primeiramente temos que calcular o período: $T = 1/f = 1/1000Hz = 1ms$

b) a partir da fórmula geral, podemos calcular o valor de C (C_1)

$$T = 2 \cdot R \cdot C \cdot \ln \frac{1+\beta}{1-\beta}$$

c) aplicando a fórmula, podemos calcular o "beta":

$$\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100k / (104,7k) = 0,955$$

d) teremos então:

$$(1 + 0,955) / (1 - 0,955) = 1,955 / 0,045 = 43,444$$

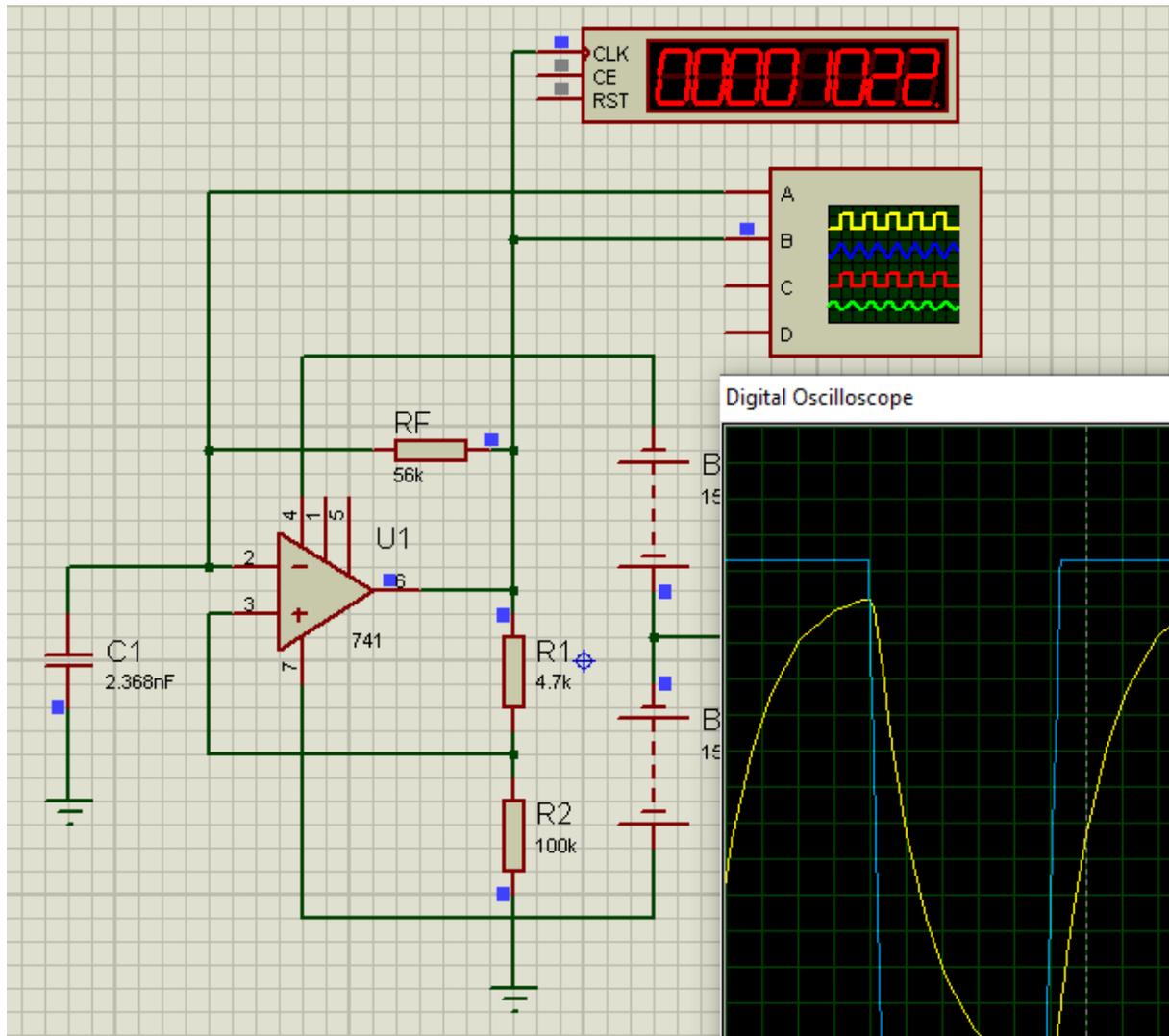
$$\ln 43,444 = 3,771$$

e) substituindo:

$$0,001s = 2 \times 56k \times C1 \times 3,771$$

$$0,001s = 422.352C1$$

$$C = 0,001 / 422.351 = 2,368nF$$



simulação da atividade sugerida

As figuras a seguir mostram as medidas de V_{cc} (Vs) e a tensão medida no valor máximo de tensão sobre o capacitor.

Tensão medida $V_{cc}(Vs) = 13,8$ volts

Tensão medida sobre o capacitor = 13,2V

Tensão calculada sobre o capacitor: $\beta.Vs = 0,955 \times 13,8 = 13,179V$

