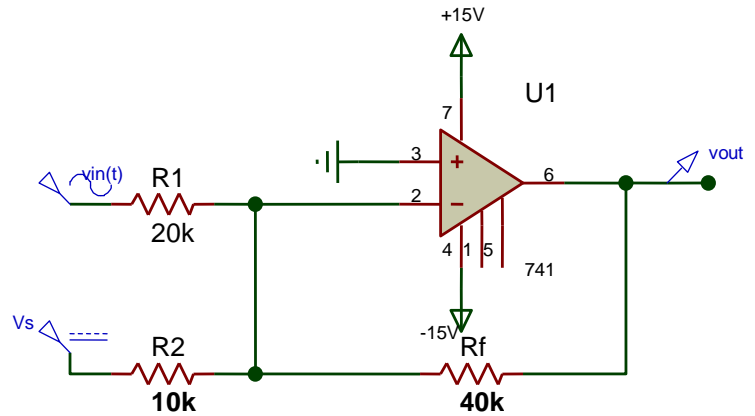


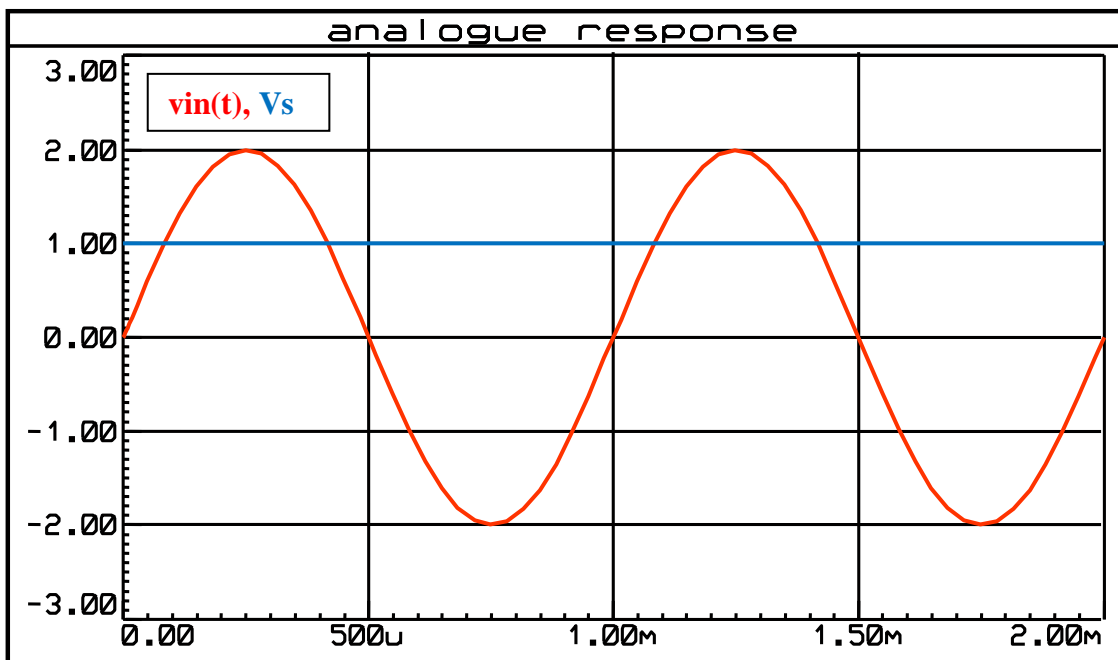
Cognome : ..... Nome : .....

- 1 a) Che configurazione è ?  
 r) Sommatore invertente

b)  $v_{in}(t) = 2\sin(2\pi 1000t)$  [V]     $V_s = 1[V]dc$



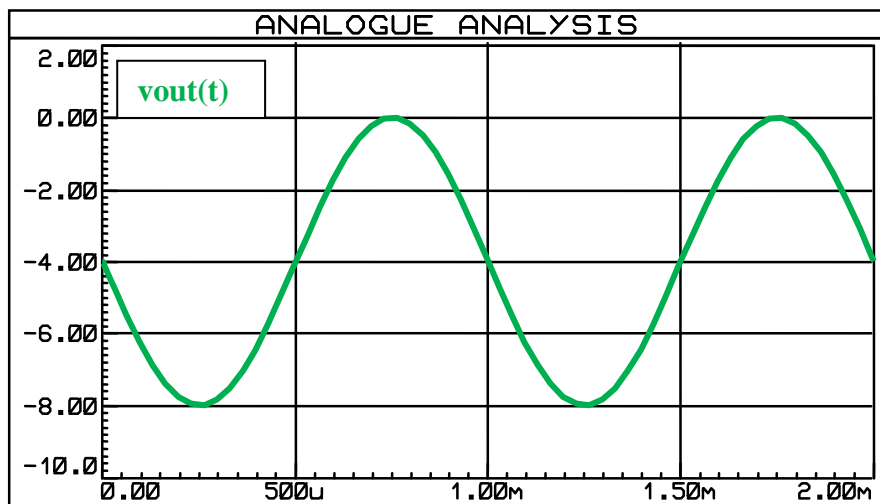
disegna  $v_{in}$ ,  $V_s$  :



- c) scrivi espressione matematica di  $v_{out}$  e disegna

r)  $v_{out}(t) = 2\sin(2\pi 1000t) * (-40/20) + 1 * (-40/10) = -4\sin(2\pi 1000t) - 4$  [V]

RANGE  $v_{out}$  :  $V_{outmax} = 0$  [V]     $V_{outmin} = -8$  [V]

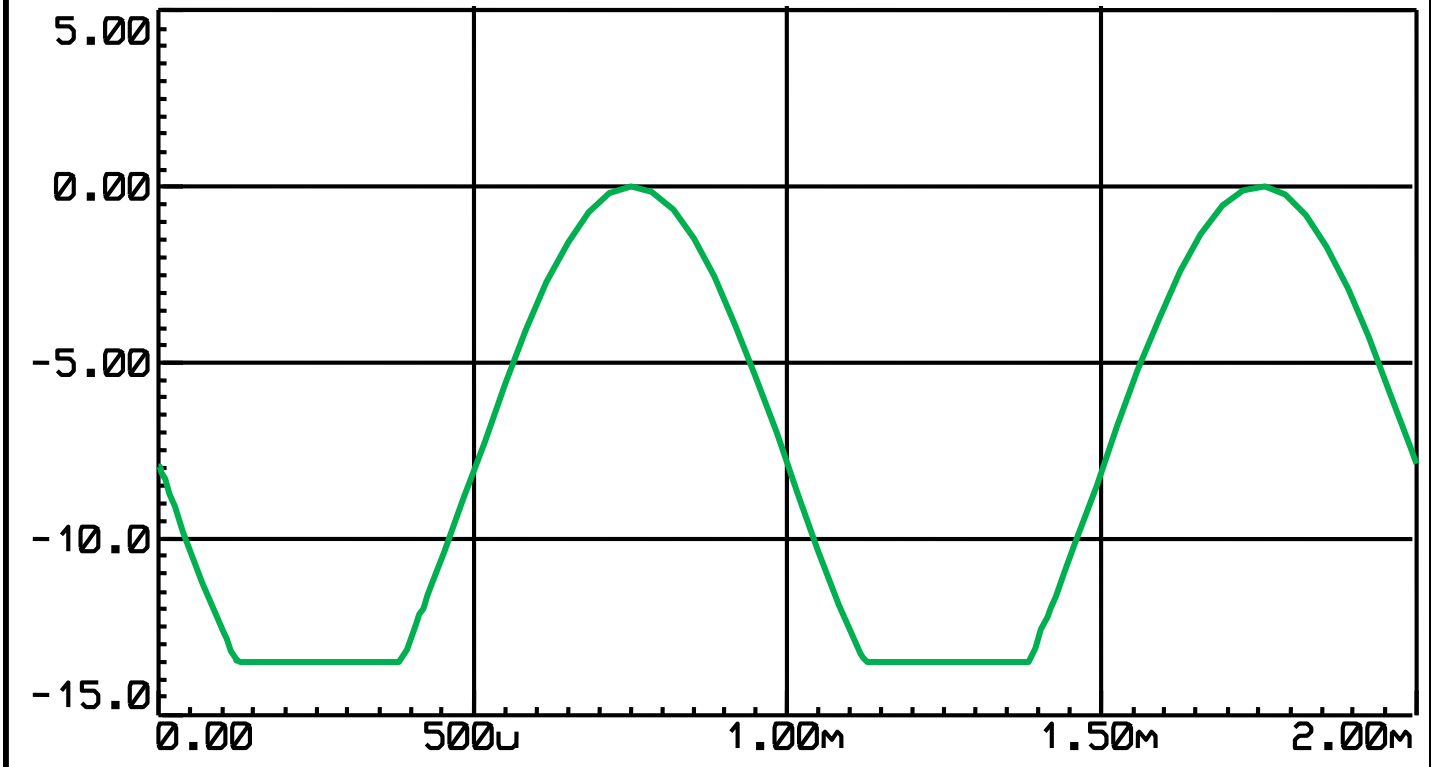


d) cosa succede se  $R_f = 80 \text{ K}$  ?  
(spiega e/o disegna)

$$r) v_{out}(t) = 2\sin(2\pi 1000t) * (-80/20) + 1 * (-80/10) = -8\sin(2\pi 1000t) - 8 \text{ [V]}$$

**RANGE Vout** :  $V_{outmax} = 0 \text{ [V]}$        $V_{outmin} = -16 \text{ [V]}$   
per cui la semionda negativa viene tagliata a  $-13,5 \text{ [V]} = -V_{sat}$

### ANALOGUE ANALYSIS



2 Perché, ad anello aperto, l' A.O. va in saturazione ?

r) La  $v_{out}$  vale  $\pm V_{sat}$  (  $80 \div 90 \% V_{cc}$  ) perché l' A.O. , a causa del suo grande guadagno differenziale, è costretto a fornire in uscita la max tensione possibile, non appena la tensione su uno degli IN supera quella sull'altro di poche decine di microVolt.

3 Elenca e definisci i parametri dell' A.O. , con i valori ideali e reali tipici

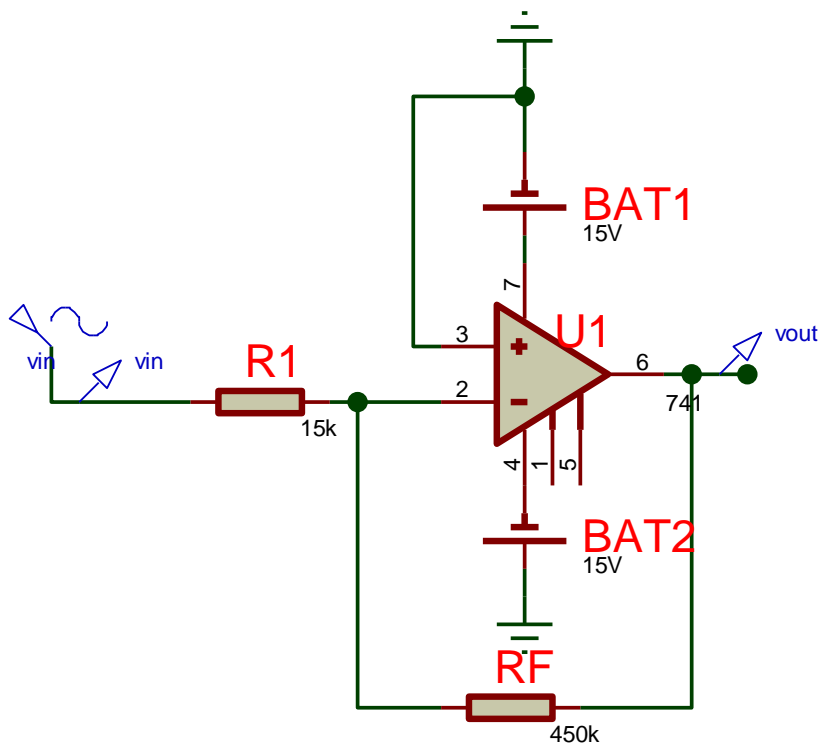
PARAMETRI	VALORI IDEALI	VALORI REALI
Ad : guadagno differenziale ad anello aperto	$\infty$	$> 10^4$
Rin ( tra IN+ e GND , tra IN- e GND , tra i 2 IN )	$\infty$	$> 10^6$ per A.O. a BJT ; fino a $10^{18} \text{ [ } \Omega \text{ ]}$ per A.O. a MOSFET
Rout ( tra OUT e GND )	0	Poche decine di Ohm
Bw : larghezza di Banda a 3 dB, cioè intervallo di frequenze in cui il guadagno è compreso tra il Valore max ( espresso in dB ) ed il ( Valore max - 3 dB ) , in altri termini tra il Valore max e il 70% del Valore max.	$\infty$	$\approx 1 \text{ [ MHz ]}$
Slew Rate: max velocità di variazione della tensione di OUT, cioè escursione picco-picco della tensione, riferita al tempo impiegato per passare da $-V_{sat}$ a $+V_{sat}$ . E' perciò la pendenza del grafico in uscita.	$\infty$	$1 \div 30 \text{ [ V / } \mu\text{s ]}$

<b>Acm</b> : guadagno relativo alla tensione di modo comune. Un segnale continuo presente su entrambi gli IN dell'A.O. viene respinto, perchè la struttura dello stadio di IN è differenziale .	0	$\ll 1$
<b>CMRR</b> = $20 \text{ Log } ( A_d / A_c )$ rapporto di reiezione di modo comune	$\infty$	$> 80 \text{ [dB]}$
<b>I bias</b> = $( I_{b+} + I_{b-} ) / 2$ : media aritmetica delle 2 correnti di alimentazione (polarizzazione) $I_{b+}$ e $I_{b-}$	0	Pochi [ $\mu\text{A} / \text{nA}$ ]
<b>I off</b> = $I_{b+} - I_{b-}$ : differenza tra le 2 correnti di alimentazione. Non essendo lo stadio di IN perfettamente simmetrico e non essendo infinite $R_+$ ed $R_-$ , le 2 correnti non sono nulle e non sono uguali : questo sbilanciamento crea un OFFSET di corrente e quindi di tensione, in IN.	0	Pochi [ $\mu\text{A} / \text{nA}$ ]
<b>Voff ( out )</b> : tensione che si manifesta in OUT quando non c'è alcun segnale in IN ( c'è solo l'alimentazione ). Questa tensione è provocata dalla Ioff che scorrendo nella Rin differenziale ( resistenza virtuale presente tra i 2 IN ) provoca una ddp molto piccola ma non nulla, chiamata <b>Voff ( IN )</b> . La tensione di offset può essere annullata inserendo e regolando un trimmer , connesso a $V_{cc}$ , tra 2 appositi pin dell'A.O. ( pin 1 e 5 ) .	0	Poche decine di [mV]

4 Amplificatore invertente di tensione con :  $|A_f| = 30$      $R_1 = 15 \text{ [K}\Omega\text{]}$      $V_{cc} = \pm 12 \text{ [V]}$

$v_{in}(t)$  sinusoidale con  $V_{max} = 200 \text{ [mV]}$      $T = 2 \text{ [ms]}$

a) disegna lo schema



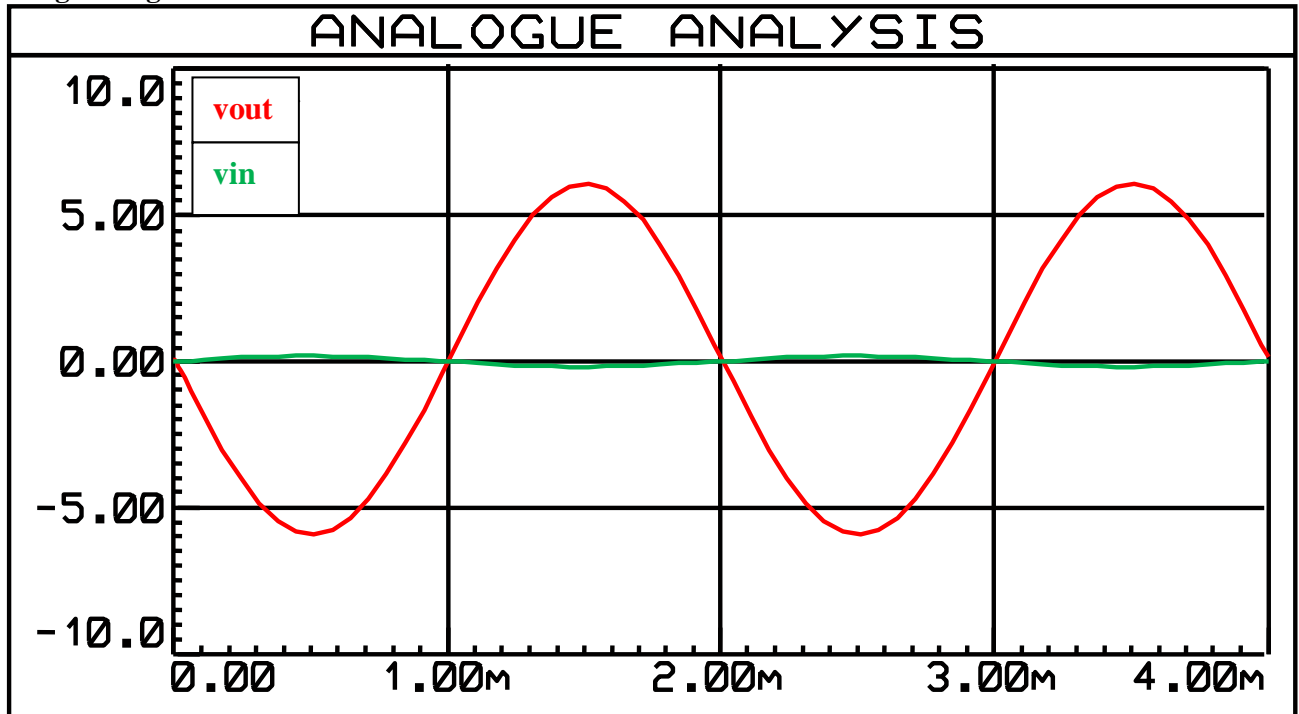
b) determina  $R_f$

r) essendo  $|A_f| = R_f/R_1 = 30$     ed  $R_1 = 15\text{K} \ggggg R_f = 450\text{K}$

c) scrivi espressioni di  $v_{in}(t)$  e  $v_{out}(t)$

r)  $v_{in}(t) = 200\sin(500t) \text{ [mV]}$      $v_{out}(t) = - 6\sin(500t) \text{ [V]}$

d) disegna i 2 grafici



5 a) Disegna lo schema dell' Amplificatore differenziale

b) scegli le R in modo da avere  $v_{out}(t) = [v_+(t) - v_-(t)] * 10$

