

IMPORTANTE !!!!!

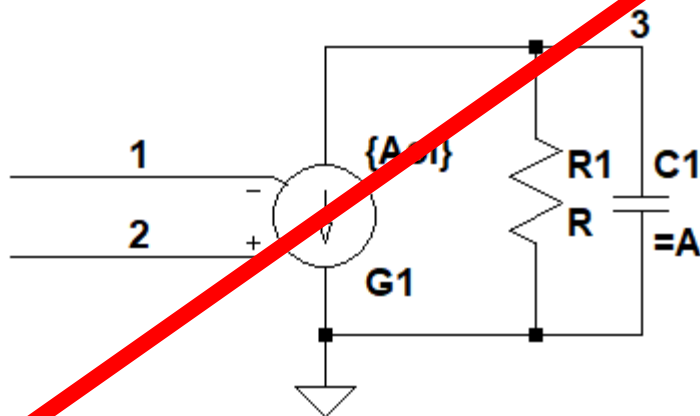
Nelle simulazioni che utilizzano un modello dell'amplificatore operazionale «ideale» ,
non usate il modello opamp.sub della libreria .lib ma sostituite direttamente l'operazionale con un generatore di tensione comandato in tensione VCVS, identificato da E2 in LTSpice.

Per approssimare un guadagno infinito, attribuite al fattore di proporzionalità E un valore superiore a 10^6 V/V; segue esempio

Modello ideale dell'opamp in SPICE **NON USARE**

Il modello adottato per l'amplificatore operazionale ideale è quello di un generatore di corrente comandato dalla differenza di tensione $V_2 - V_1$, con un guadagno A_{ol} da definire (solitamente 100000 A/V); la corrente in uscita viene convertita in una tensione da una resistenza R da 1Ω . Il circuito RC di uscita definisce la costante di tempo di un circuito passa basso in modo da ottenere il prodotto guadagno x larghezza di banda GBW specificato dall'utente il relativo macromodello (opamp.sub nella

IL CIRCUITO R1C1 DEL SOTTOCIRCUITO PUO' INTERFERIRE CON IL CIRCUITO DI USCITA E CAUSARE ERRORI

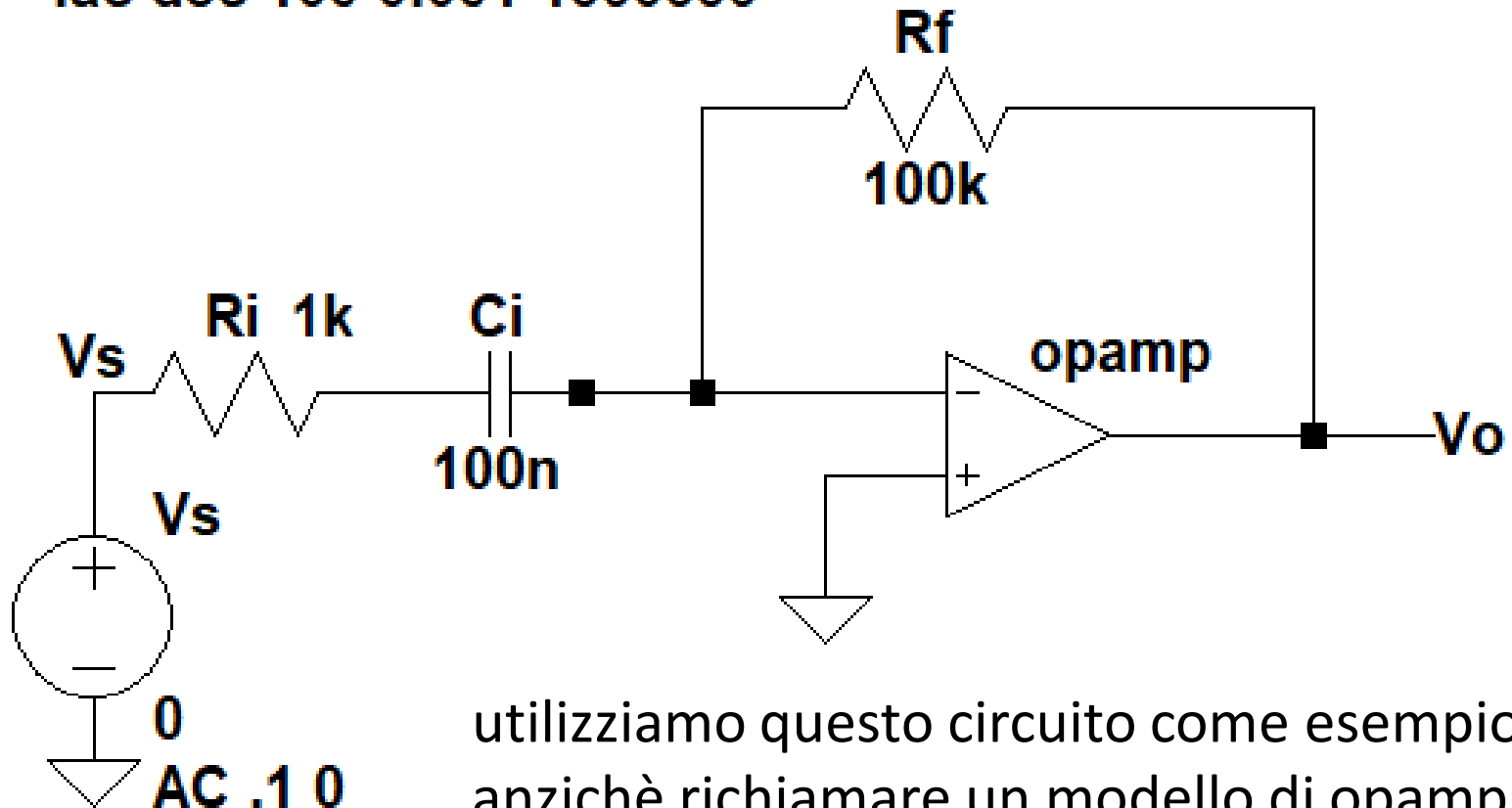


```
G1 0 3 2 1 {Aol}  
R1 3 0 1.  
C3 3 0 {Aol/GBW/6.28318530717959}  
.ends opamp
```

Questo amplificatore operazionale ideale non ha tensione di offset. Inoltre l'alimentazione non è specificato, quindi NON SATURA MAI !

amplificatore passa alto

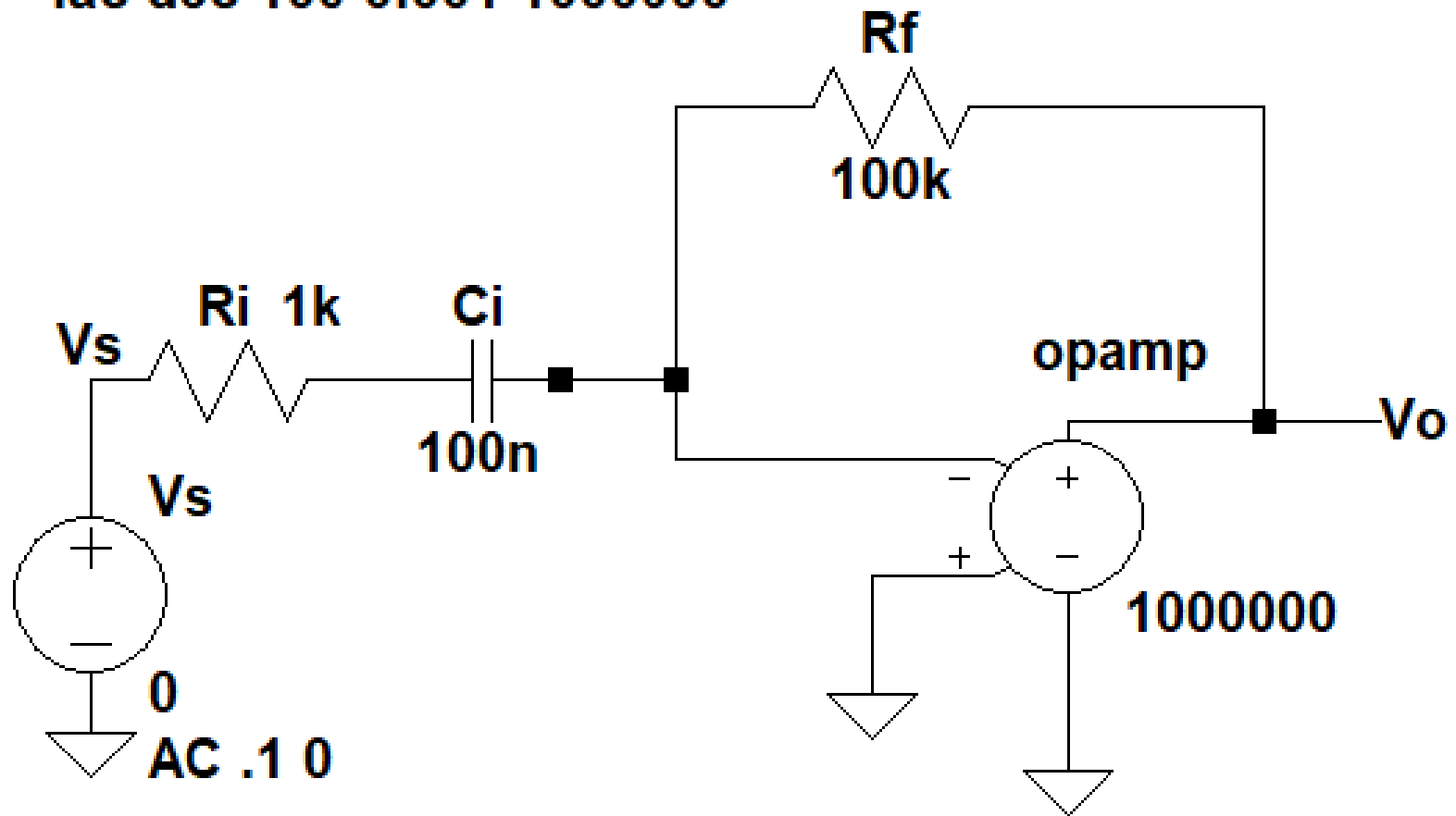
.ac dec 100 0.001 1000000



utilizziamo questo circuito come esempio anzichè richiamare un modello di opamp dalla libreria, sostituiamo l'opamp con un generatore di tensione comandato dalla differenza di tensione tra V_+ e V_- (slide successiva)

amplificatore passa alto con opamp modellato da VCVS

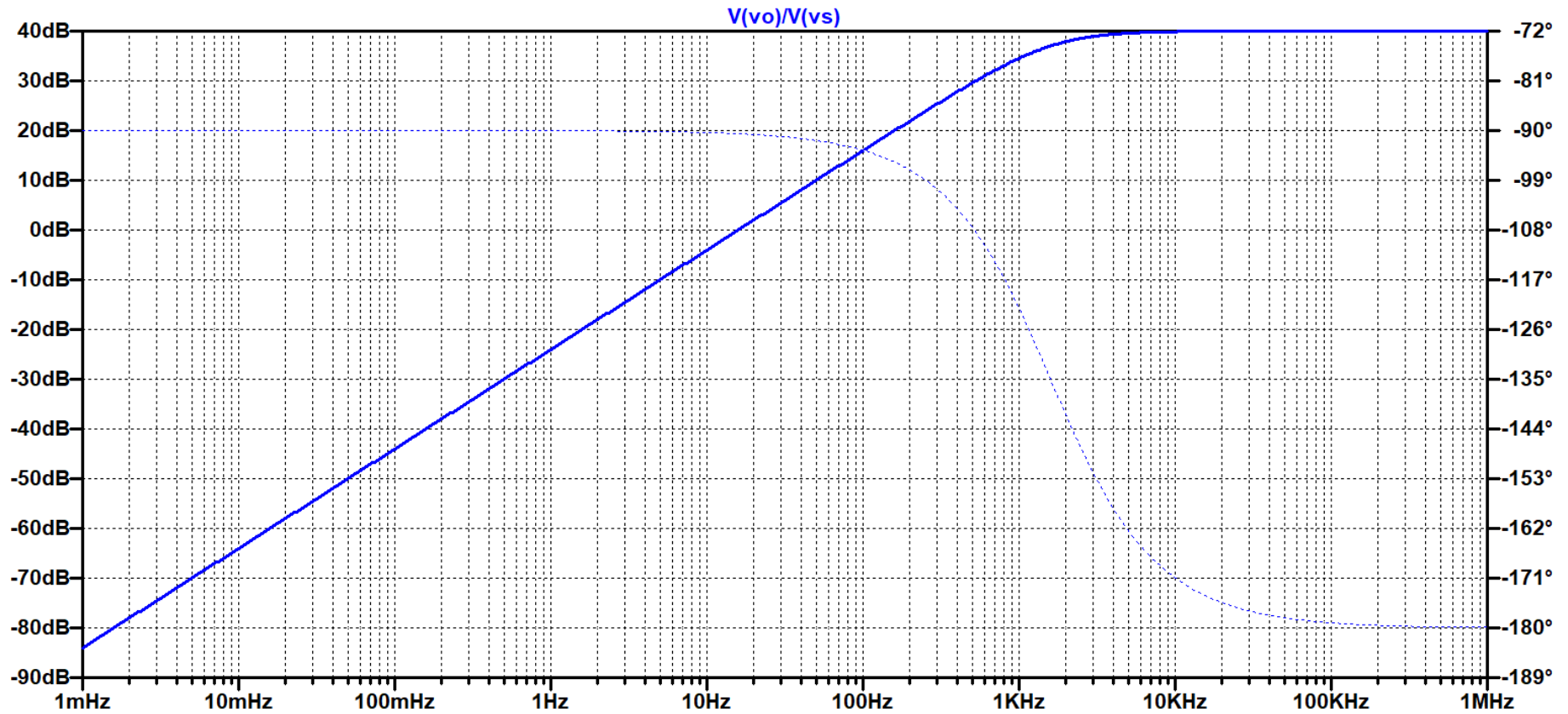
.ac dec 100 0.001 1000000



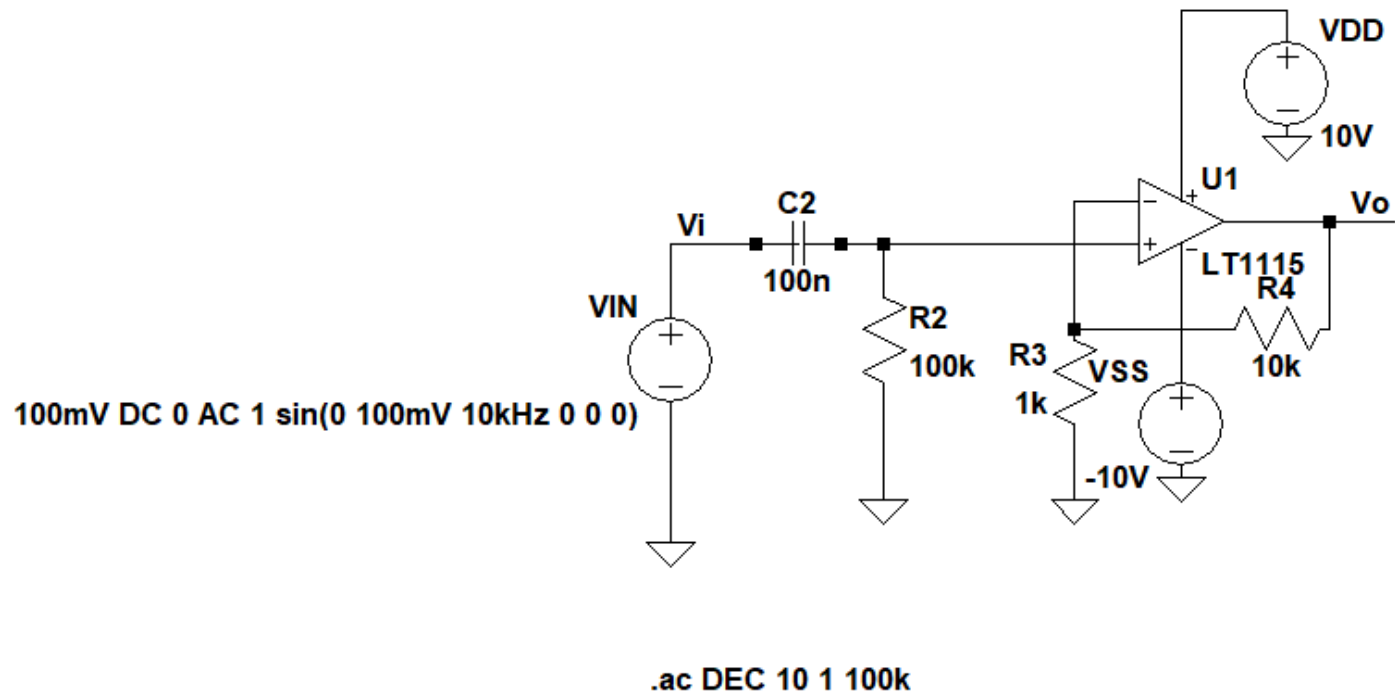
Listato .cir del circuito alla slide precedente

```
* passa alto con VCVS per opamp.asc
Ri Vs N002 1k
Ci N002 N001 100n
Rf N001 Vo 100k
Vs Vs 0 0 AC .1 0
Eopamp Vo 0 0 N001 1000000
.ac dec 100 0.001 1000000
.backanno
.end
```

Risultato: diagramma di Bode



1mo esercizio: amplificatore audio con opamp commerciale LT1115

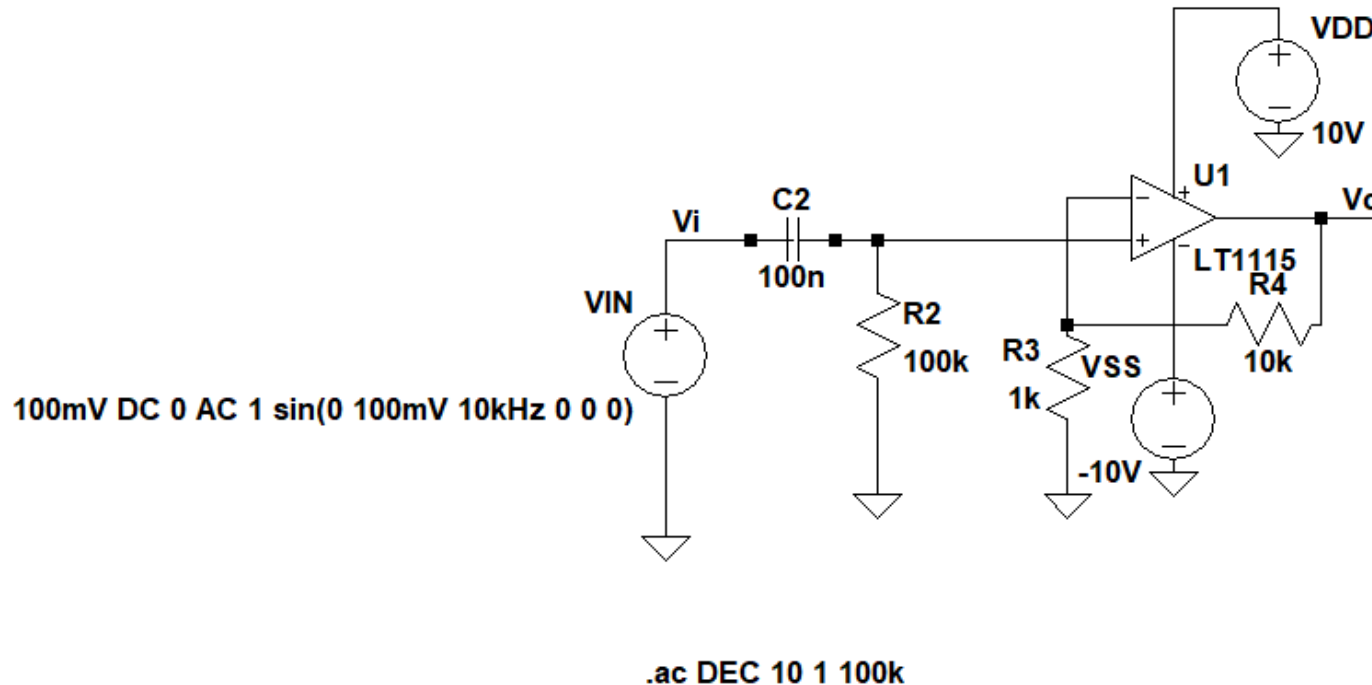


1.1 calcolare analiticamente il guadagno in tensione e la frequenza di taglio inferiore considerando l'amplificatore operazionale ideale utilizzando il modello LT1115 della libreria di LTSpice, inserendo nel listato

XU1 N003 N002 N001 N004 Vo LT1028

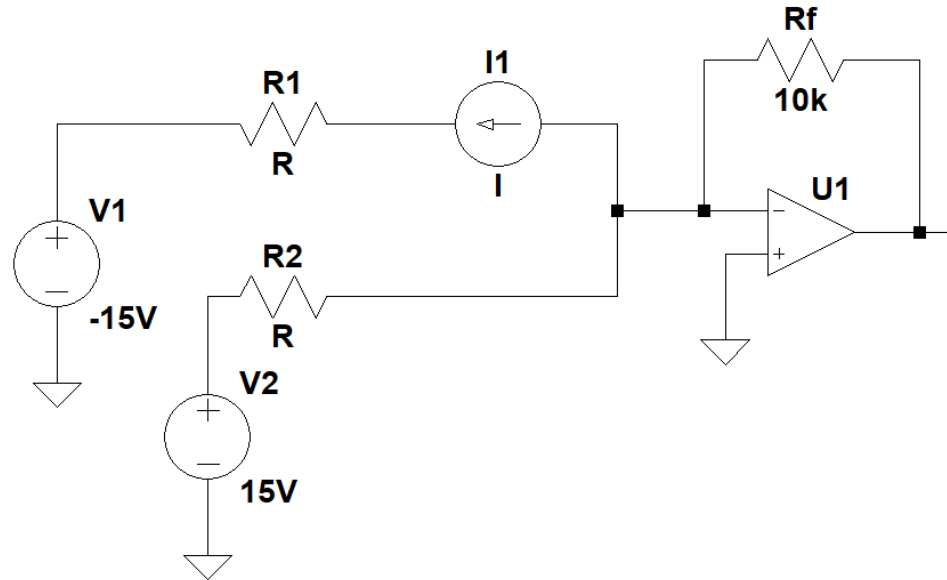
.lib LTC.lib

Amplificatore audio - 2



- 1.2 simulare la forma d'onda di uscita per un segnale sinusoidale di ingresso di 10 mV, a 1 Hz, 10 Hz, 10kHz
- 1.3 simulare il diagramma di Bode dell'ampiezza tra 1Hz e 100 kHz
- 1.4 per quale ampiezza del segnale di ingresso l'uscita satura? simulare la forma d'onda di uscita per un segnale di ingresso di ampiezza pari a 2 volte il valore trovato.
- 1.5 ripetere sostituendo a $R2$ una resistenza di valore pari al vostro numero di matricola diviso 10
- 1.6 qual'è la potenza assorbita dall'alimentazione nei due casi ?

2do esercizio: convertitore temperatura-tensione



Il generatore di corrente $I1$ è un elemento termosensibile (nome commerciale AD590) che genera una corrente pari a $1\mu A$ per grado Kelvin. Quindi a $0^\circ C$ la corrente $I1 = 273\mu A$; a $100^\circ C$ è $373\mu A$.

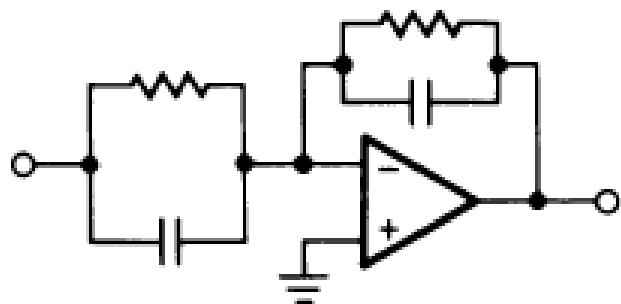
Si vuole realizzare con questo sensore un termometro (convertitore temperatura-tensione) che fornisca una tensione di uscita di $10\text{ mV}/^\circ C$

2.1 sia $R_1 = 10\text{ k}\Omega$. Trovare il valore di R_2 che permette di ottenere il fattore di conversione desiderato

2.2 sostituite a R_f il vostro numero di matricola diviso per 100 e modificare il circuito in modo da ottenere $10\text{ mV}/^\circ C$ in uscita

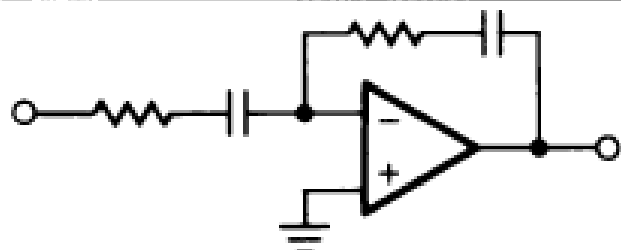
2.3 scrivere il listato SPICE .cir del circuito, commentarlo; definire $I1$ come generatore di corrente comandato da un parametro «temperatura». Graficare la tensione di uscita simulata da SPICE nell'intervallo da 0 a $100^\circ C$.

3o esercizio : filtro RC



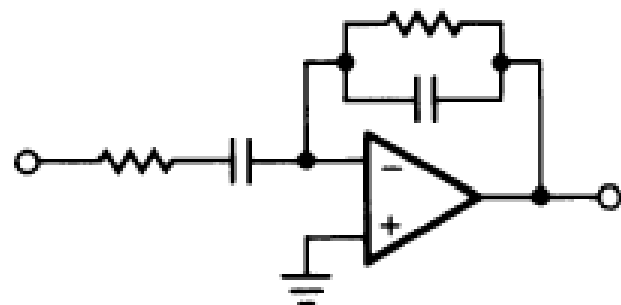
n. matricola che termina con 0,1,2

$$-\frac{R_F}{R_i} \left(\frac{1 + s R_i C_i}{1 + s R_F C_F} \right)$$



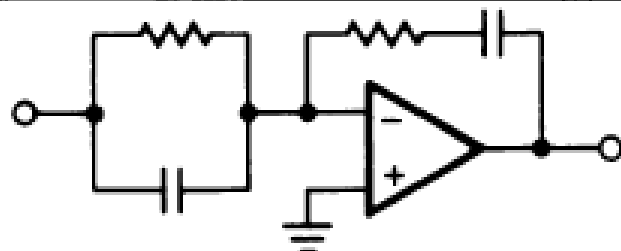
n. matricola che termina con 3,4,5

$$-\frac{C_i}{C_F} \left(\frac{1 + s R_F C_F}{1 + s R_i C_i} \right)$$



n. matricola che termina con 6,7

$$-\left[\frac{s R_F C_i}{(1 + s R_i C_i)(1 + s R_F C_F)} \right]$$



n. matricola che termina con 8,9

$$-\frac{1}{s R_i C_F} [(1 + s R_i C_i)(1 + s R_F C_F)]$$

3o esercizio: risposta in frequenza

Scegliere, in base al proprio numero di matricola, uno dei circuiti elencati nella tabella precedente

3.1 Dimostrare che la funzione di trasferimento del circuito è quella riportata nella tabella (C_i e R_i rappresentano la capacità e la resistenza del circuito di ingresso, C_F e R_F la capacità e la resistenza della rete di feedback)

3.2 Attribuire i seguenti valori alle capacità e resistenze:

$R_i = 1\text{k}\Omega$, $C_i = 100\text{nF}$; $R_f = 100\text{k}\Omega$, $C_f = 1\mu\text{F}$.

Simulare con SPICE il diagramma di Bode dell'ampiezza e della fase

3.3 Simulare con SPICE il segnale di uscita corrispondente ad un ingresso sinusoidale di ampiezza 100 mV con frequenza di 100Hz; 1kHz; 10kHz; 10MHz