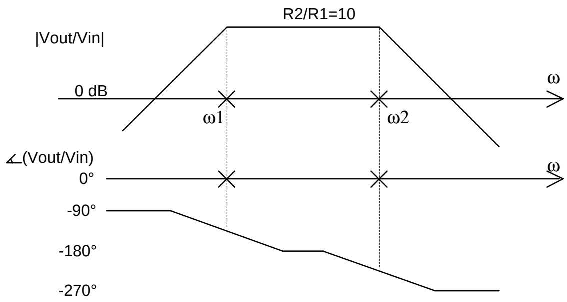
Traccia di Soluzione 2a prova - 9 feb 2002

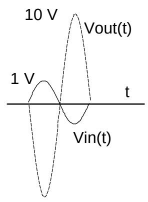
Esercizio A

1) $(Vout/Vin)_{ideale}=-Z2/Z1=-R2/(1+s*R2*C2) * s*C1/(1+s*R1*C1)=(-R2/R1)*s*R1*C1/(1+s*R1*C1)*1/(1+s*R2*C2)$.
$R2/R1=10k\Omega/1k\Omega=10$;
$R1*C1=1k\Omega*100nF=100\ \mu s \rightarrow \omega1=10$ krad/s;
$R2*C2=10k\Omega*0.1nF=1\ \mu s; \rightarrow \omega2=1$ Mrad/s.

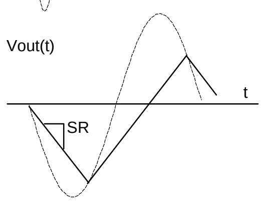
2) Il circuito e' un filtro passa-banda con banda passante pari a $(\omega2-\omega1)=990$ krad/s.



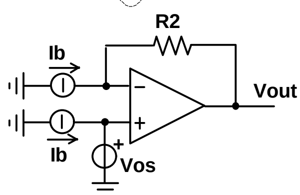
3) Essendo $\omega1<\omega_{in}=100$ krad/s$<\omega2$ siamo a centro banda, quindi $Vout/Vin(j\omega_{in})=-10$ (vedi punto 2).
Quindi $Vout(t)=(-10)*1\ V*\sin(\omega_{in}t)=-10V*\sin(\omega_{in}t)$.



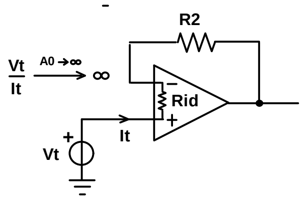
4) $(dVout/dt)_{max}=\omega_{in}*(Vout)_{max}=10V*100krad/s=10V/10\mu s=1V/1\mu s$. Essendo $(dVout/dt)_{max}>SR$ la Vout(t) non potra' seguire l'andamento calcolato al punto 3 ma risultera' distorta (vedi grafico approssimato).



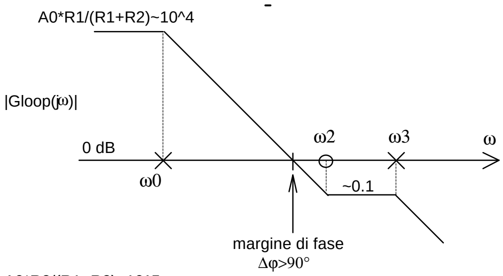
5) $Vout|_{Vos}=Vos*1=\pm5$ mV; $Vout|_{Ib}=-Ib*R2=\pm100nA*10k\Omega=\pm1$ mV;
$|Vout|_{max}=|Vout|_{Vos}+|Vout|_{Ib}=6$mV.



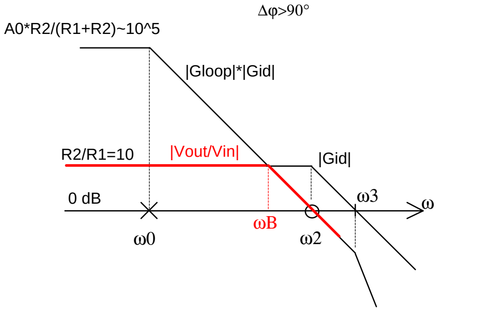
6) $R+=Rol*(1-Gloop)$, dove $Rol=Rid+R2=510k\Omega$; $Gloop=A0*Rid/R(Rid+R2)\cong10^5*0.98\cong10^5$.
Quindi $R+\cong510k\Omega*10^5=51\ G\Omega$.



7) $Gloop(j\omega)=-A(s)*(R1/(R1+R2))*(1+s/\omega2)/(1+s/\omega3)$ con $\omega2=1/(R2*C2)=1$ Mrad/s e $\omega3=1/(R1//R2*C2)=11$ Mrad/s. Nel punto di attraversamento dell'asse a 0 dB $\angle Gloop$ e' ~(–270°), per cui $\Delta\varphi$~90°. Il circuito e' incondizionatamente stabile.



8) La risposta in frequenza Vout/Vin si puo' ottenere per via grafica come mostrato nel diagramma di Bode (curva rossa). La banda passante del circuito e' pari a ω_B, limitata dal GBWP dell'operazionale. Risulta $(R2/R1)*\omega_B = (A_0\omega_0)*R2/(R1+R2)$ da cui $\omega_B = (A_0\omega_0)/11\cong10^5$ rad/s.



Esercizio B

1) Vo2|max=20*Vin|max=20*250 mV=5V cioe' la tensione analogica all'ingresso dell'ADC varia tra 0 e Vref. Quindi $n=\log_2(1000)=9.97$ -> n=10 bit.
All'uscita Vo2: 1 LSB_{out} =5V/1024=4.88 mV
All'ingresso Vin: 1 LSB_{in} =1 LSB_{out}/20=0.244 mV

2) Per un ADC a gradinata $Tconv=2^n/f_{clock}$=1024*1μs=1024μs. Per un ADC ad approssimazioni successive (SAR) risulta $Tconv=n/f_{clock}$=10*1μs=10 μs. Percio' solo l'ADC SAR puo' completare la conversione in un tempo inferiore a Thold=100 μs.

3) A causa della corrente di bias la tensione su C varia linearmente: dVc/dt=Ib+/C=100nA/10nF=10 V/s. Affinche' |dVc/dt|<LSB_{out}/Thold deve essere Thold<4.88mV/10V/s=488 μs.

4) Nel caso peggiore Vc(t) e' un transitorio di carica da 0 a (20*Vin|max)=5 V. Affinche' dopo un tempo Ts l'errore sia inferiore a 1/1024 deve essere $\exp(-Ts/\tau)<1/1024$da cui τ=Ron*C<Ts/6.9 e Ron<14.4 Ω.

5) Il guadagno reale del buffer risulta A0/(1+A0)≅1*(1-1/A0). L'errore di guadagno e' pertanto 1/A0=10^-5, trascurabile rispetto alla risoluzione dell'ADC (1/1024).