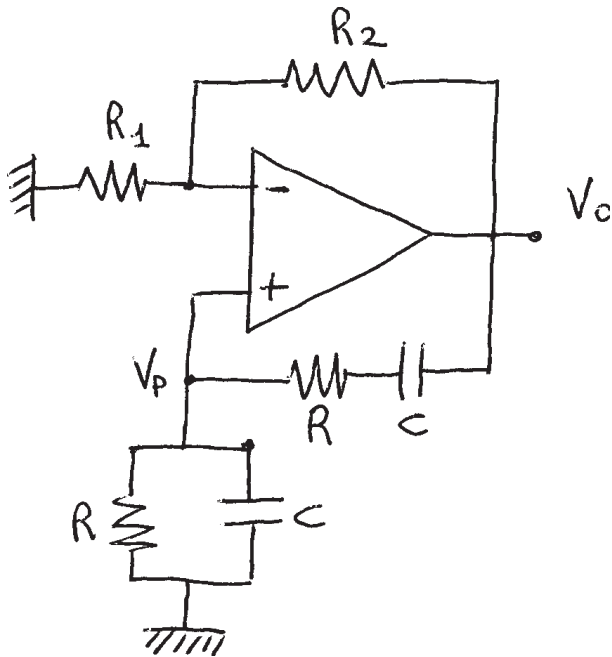


Oscillatore a ponte di Wien

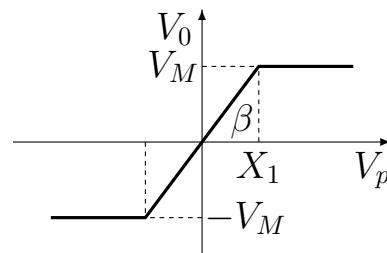
Esempio. Si consideri il seguente oscillatore a ponte di Wien:



Il guadagno dell'amplificatore operazionale è:

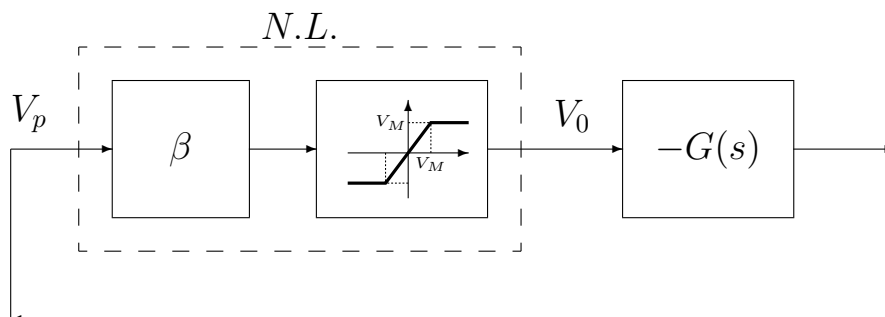
$$\beta = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

L'elemento non lineare (N.L.) è una saturazione con tratto centrale a pendenza β :



$$X_1 = \frac{R_1 V_M}{R_1 + R_2}$$

- Rappresentazione schematica del sistema retroazionato:



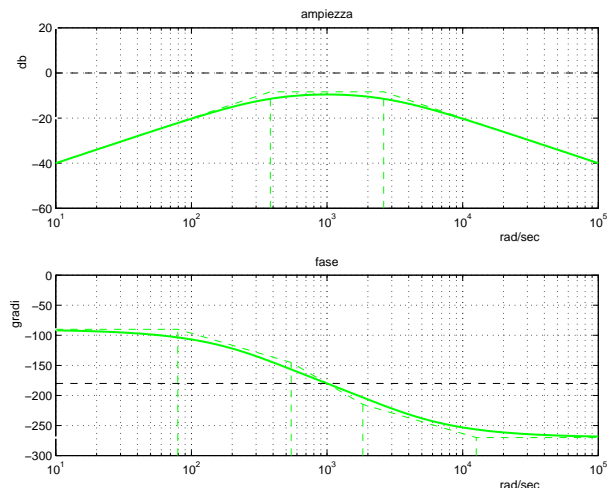
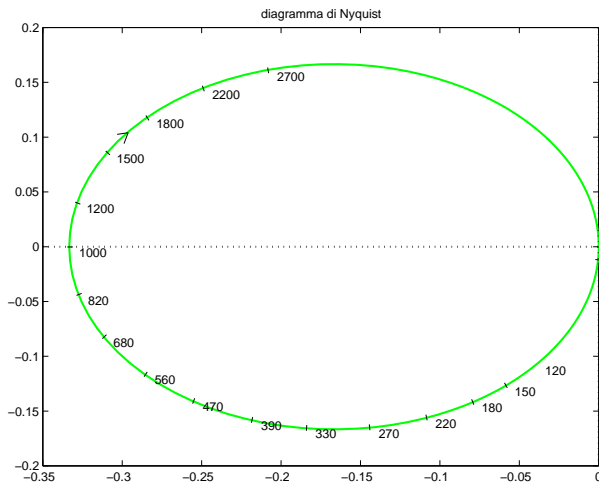
- La funzione di trasferimento $G(s)$ si determina facilmente utilizzando la regola del partitore di tensione:

$$Z_1 = R + \frac{1}{C s} \quad Z_2 = \frac{R}{1 + R C s}, \quad \rightarrow \quad \frac{V_p}{V_0} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

Da questa relazione si ottiene che:

$$G(s) = -\frac{V_p}{V_0} = \frac{-Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{-R C s}{R^2 C^2 s^2 + 3 R C s + 1}$$

- Diagrammi di Nyquist e di Bode della funzione $G(s)$ ($R = 1 \Omega$, $C = 0.001 F$):



- L'equazione caratteristica $1 + KG(s) = 0$ del sistema retroazionato quando la non linearità N.L. viene sostituita da un semplice guadagno K è la seguente:

$$R^2 C^2 s^2 + RC(3 - K)s + 1 = 0 \quad \rightarrow \quad \begin{array}{c|cc} 2 & R^2 C^2 & 1 \\ 1 & (3 - K)RC & \\ 0 & 1 & \end{array}$$

- Dalla tabella di Routh si ricava che il sistema è stabile per $K < K^* = 3$. Quindi nel sistema si innesca un'oscillazione solo quando:

$$\boxed{\beta > K^*} \quad \text{cioè quando} \quad 1 + \frac{R_2}{R_1} > 3 \quad \rightarrow \quad \boxed{R_2 > 2 R_1}$$

- La pulsazione di oscillazione si ricava dall'equazione ausiliaria della tabella di Routh:

$$R^2 C^2 s^2 + 1 = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{\omega^* = \frac{1}{RC}}$$

- Il diagramma interseca il semiasse reale negativo in corrispondenza del punto $\sigma^* = -1/K^* = -1/3$ alla pulsazione $\omega^* = 1/(RC)$.

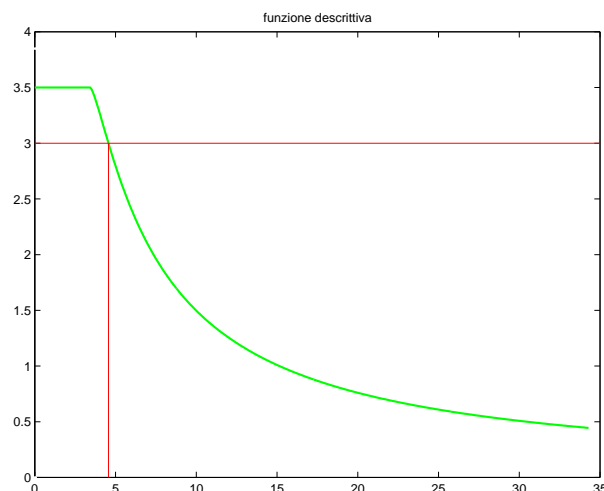
Nel caso $R = 1 \Omega$, $C = 0.001 F$ e $\beta = 3.5$ si ottengono i seguenti valori:

$$\omega^* = 1000, \quad T = \frac{2\pi}{\omega^*} = 6.28 \text{ ms}$$

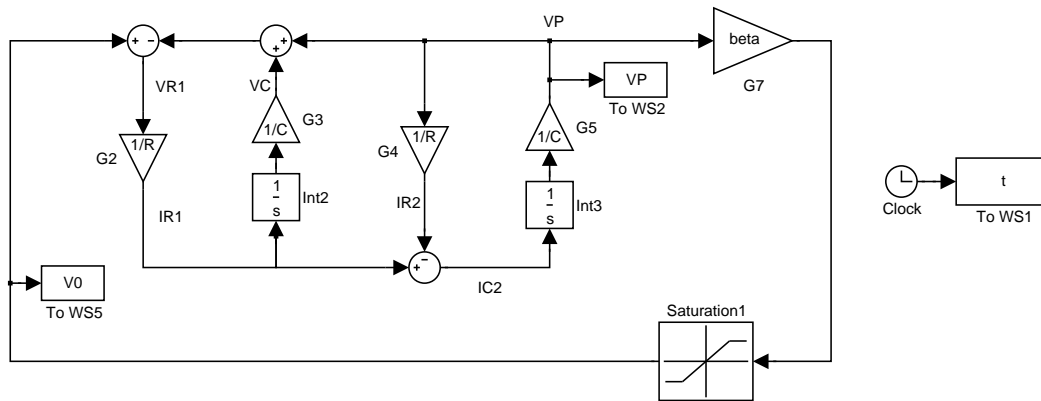
L'ampiezza dell'oscillazione

$$X^* = 4.56$$

si determina dall'andamento della funzione descrittiva riportata a fianco.



- Simulazione del seguente schema a blocchi (oscillatore_wien_mdl.mdl):



- Parametri di simulazione (oscillatore_wien.m):

```

R=1; % Resistenza
C=0.001; % Capacita'
R1=1000; R2=2500;
beta=1+R2/R1; % Guadagno dell'amplificatore
VM=12; % Tensione massima
V0=0.1; % Condizione iniziale
Q0=C*V0; % Condizione iniziale
wstar=1/(R*C); % Pulsazione dell'oscillazione
Tfin=10*2*pi/wstar; % Durata della simulazione
sim('oscillatore_Wien_mdl',Tfin) % Simulazione dello schema a blocchi
figure(1) % Apertura della figura nr. 1
plot(t,[VP,V0]) % Graficazione delle tensioni Vp e V3
grid xlabel('Tempo (s)') ylabel('Tensioni VP e V0 (V)')
title('Oscillatore a ponte di Wien: VP in blu; V0 in verde')

```

- Risultati della simulazione (variabili V_p e V_0):

