

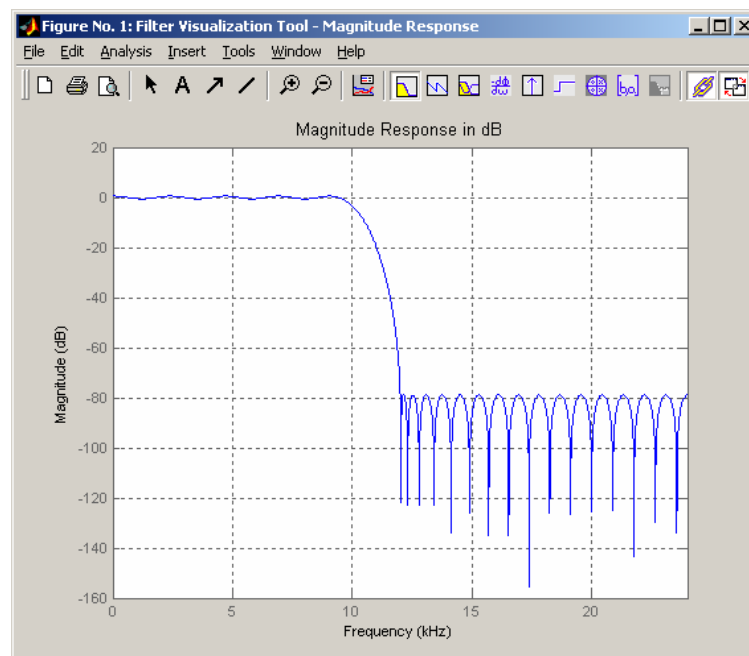


Universitat de Girona
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

PRÀCTICA 2 ADQUISICIÓ DE DADES I AUTOMATITZACIÓ

3^{er} ETQI-ETIM

ADAPTACIÓ DE SENYALS I FILTRATGE



2.1. INTRODUCCIÓ

En moltes ocasions el senyal elèctric proporcionat pels sensors és d'una magnitud molt petita i amb soroll. És per això que es fa necessari amplificar aquest senyal per tal que els nivells que presenti siguin adequats per transmetre'l cap a un receptor llunyà, be per ser visualitzat o per utilitzar-lo com a informació per un sistema de control. Per altra banda, els entorns en els que solen treballar els sensors són molt sorollosos i amb múltiples interferències que poden produir falses lectures o fins i tot fer que un controlador tingui problemes per a que el senyal de sortida acompleixi amb unes especificacions proposades. En aquesta pràctica es veurà com adaptar el senyal provinent dels sensors a uns nivells desitjats, a la vegada que es veurà l'efecte d'uns filtres determinats sobre uns senyals. S'utilitzarà el Matlab/Simulink per simular aquests comportaments.

2.2. ADAPTACIÓ DEL SENYAL

Suposem que disposem d'un sensor de temperatura del que sabem les característiques següents:

- És un semiconductor
- Marge de temperatures de treball: $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Sensibilitat: $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
- A 0°C dona 0 mV
- Tensió sortida amb un marge comprès entre -0.2 V i 35 V

Estem interessats en mesurar una temperatura que sabem que estarà sempre compresa entre 15°C i 50°C . Aquest sensor es vol connectar a una tarja que permet uns nivells d'entrada que van de 0 a 10 V . La nostra intenció és dissenyar un sistema que converteixi el senyal de sortida del sensor en un senyal elèctric de manera que el rang de temperatura aprofiti al màxim els marges de tensió d'entrada de la tarja. És a dir que a 15°C hauríem de proporcionar 0 V a la tarja i a 50°C hauríem de tenir 10 V .

- a) Completa el diagrama de blocs proposat per tal d'assolir aquests objectius. Indica clarament els valors de les variables sensibilitat del sensor S , $V_{s\text{mín}}$, $V_{s\text{màx}}$, V_{off} , $V_{1\text{mín}}$, $V_{1\text{màx}}$, guany de l'amplificador A , $V_{0\text{mín}}$ i $V_{0\text{màx}}$.

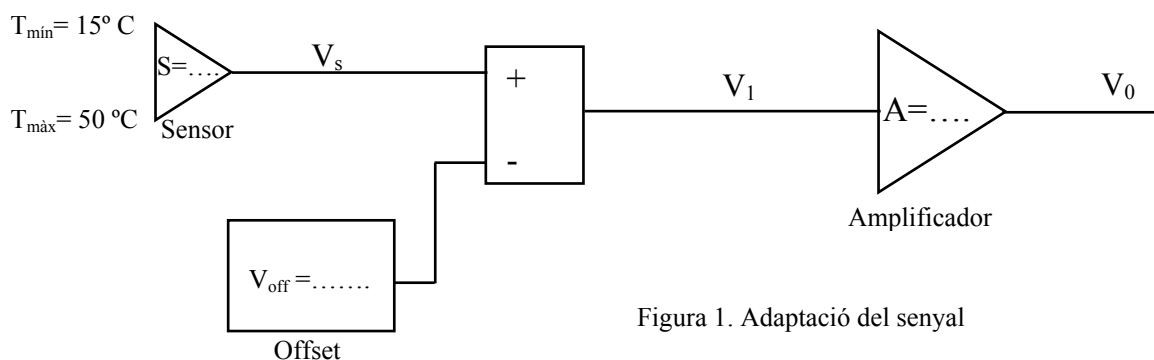


Figura 1. Adaptació del senyal

- b) Construïu un diagrama de blocs Simulink posant aquestes dades. Preneu com a font per representar les variacions de temperatura un senyal sinusoidal amb una *amplitud* de 17.5, amb un component de *bias* de 32.5 °C. La *frequència* seleccionada (polsació en aquest cas) serà de $1.7 \cdot 10^{-4}$ rad/s. Per posar el valor de V_{off} podeu utilitzar el bloc *Constant* del grup *Sources*. Poseu a la sortida un *Scope* per comprovar que tindrem una lectura adequada de la temperatura de l'equip. Poseu com a *Stop time* dels parametres de simulació de Simulink (Simulation -> simulation parameters) un valor de 45300. Simuleu el sistema i observeu els senyals en els punts V_s , V_1 i V_0 .

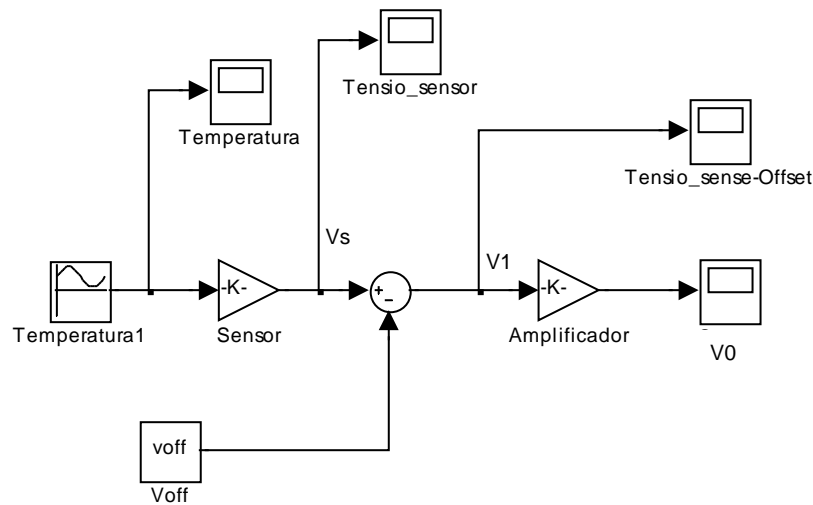


Figura 2. Diagrama de blocs Simulink per a l'adaptació.

2.2. FILTRATGE

Suposem ara que aquesta mesura es pren en un entorn sorollós, tal i com normalment sol passar. Per introduir aquest efecte en el model Simulink anterior, utilitzarem el bloc *Band-Limited White Noise* del grup *Sources*. Com a paràmetres hi posarem *Noise power* = 0.01 i *Sample time* =100. La sortida d'aquest bloc es sumarà al senyal que prové del sensor (Figura 3).

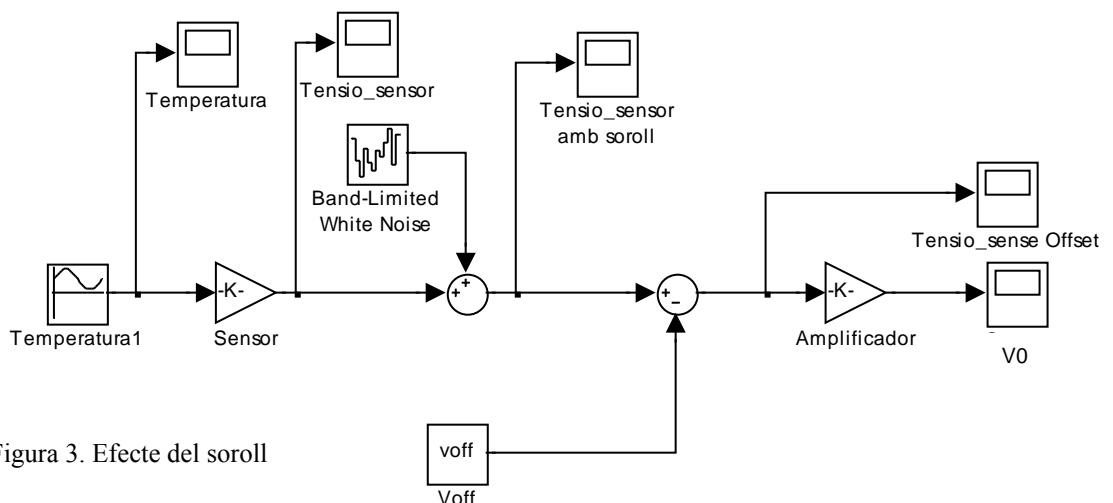


Figura 3. Efecte del soroll

- c) Observeu el senyal resultat de sumar aquests dos efectes just després de fer-ho i també a la sortida del sistema V_0 . Que passa amb el nivell de soroll present a la sortida comparat amb el de l'entrada?

Per tal de reduir l'efecte del soroll, es proposarà utilitzar un filtre. Supposeu que disposeu dels filtres següents:

- Filtre pas-baix.

Freqüència de tall: $\omega_c = 0.628$ rad/s.

$$\text{Funció de transferència: } H(s) = \frac{0.003}{s + 0.003} \quad (\text{eq. 1})$$

- Filtre pas-alt:

Freqüència de tall: $\omega_c = 0.628$ rad/s.

$$\text{Funció de transferència: } H(s) = \frac{s}{s + 0.003} \quad (\text{eq. 2})$$

- Filtre passa-banda:

Freqüències de tall: $\omega_{c1} = 0.628$ rad/s, $\omega_{c2} = 62.8$ rad/s.

$$\text{Funció de transferència: } H(s) = \frac{6.908s}{s^2 + 6.908s + 3.9438} \quad (\text{eq. 3})$$

- d) Representeu el diagrama de bode de cada un d'ells (el seu comportament en freqüència), mitjançant la funció *bode* de Matlab. La sintaxi és *bode(num,den)*, on *num* i *den* són el numerador i denominador de la funció de transferència respectivament.
- e) A la vista dels diagrames de bode anteriors, i sabent que el soroll blanc ocupa tot l'espectre de freqüències (té tant freqüències molt baixes com molt altes), quin dels filtres proposats creieu que seria el més adient per reduir el soroll del senyal abans que arribi a l'amplificador. Per que?
- f) Utilitzant un bloc *Transfer function* del grup *Continuous* implementeu a l'esquema Simulink anterior una branca on s'inclouï el filtre abans de l'amplificador (Figura 4). Visualitzeu la sortida V_0 filtrat per cada un dels filtres i compareu-la amb la V_0 sense filtre.

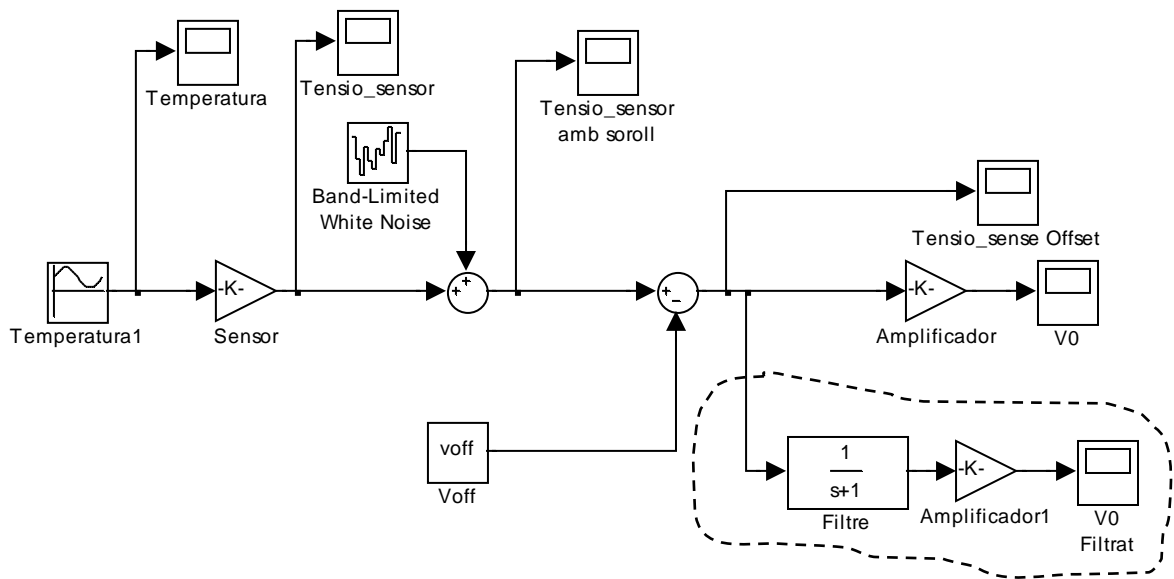


Figura 4. Efecte del filtrat sobre el soroll

Suposeu ara que a més tenim una interferència a la freqüència de 0.1 rad/s i amplitud de 10 V.

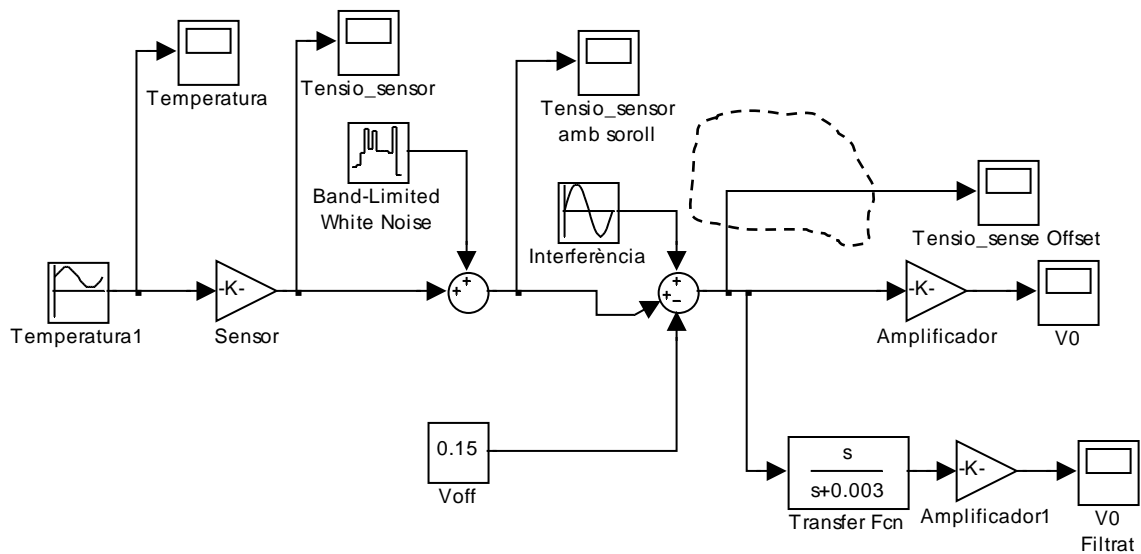


Figura 5. Efecte del filtrat sobre el soroll

- g) Implementeu aquesta interferència tal i com es mostra a la Figura 5 i observeu el senyal de sortida, tant el directe, V_0 , com el que ha passat pel filtre, V_0 filtrat. Què observeu?
- h) Per disminuir-ne l'efecte, augmentarem el pendent del filtre cap a la banda atenuada de 20 dB/dec a 80 dB/dec. Per això es proposa utilitzar un filtre amb una funció de transferència com la donada:

$$H(s) = \frac{2.7 \cdot 10^{-8}}{s^3 + 9 \cdot 10^{-3} s^2 + 2.7 \cdot 10^{-5} s + 2.7 \cdot 10^{-8}} \quad (\text{eq.4})$$

representeu el seu diagrama de bode i compareu-lo amb la del filtre que heu seleccionat als apartats anteriors. Per comparar-los s'aconsella dibuixar sobre el mateix diagrama de bode els dos gràfics.

- i) Agafeu com a filtre el proposat a l'apartat h) i comproveu la resposta *VO filtrat*. Què veieu?

Finalment anem a observar l'efecte de la no linealitat del guany de l'amplificador. Normalment es considera que un amplificador té un guany que compleix la relació que segueix:

$$V_0 = A_V V_i \quad (\text{eq. 5})$$

Representant aquest guany es pot veure que la corba que relaciona V_0 i V_i és una recta. Ara bé els amplificadors reals tenen la intervenció d'altres termes que fan que la seva resposta no sigui lineal. Per exemple l'equació següent modela els comportaments de segon i tercer grau de l'amplificador.

$$V_0 = A_V V_i + A_{V2} V_i^2 + A_{V3} V_i^3 \quad \text{per } V_i \geq 0 \quad (\text{eq. 6})$$

$$V_0 = A_V V_i - A_{V2} V_i^2 + A_{V3} V_i^3 \quad \text{per } V_i \leq 0 \quad (\text{eq. 7})$$

Suposant que en el nostre cas A_V correspon al guany trobat anteriorment per l'amplificador, i que $A_{V2} = 0.6$ i $A_{V3} = -0.13$,

- j) Representeu la corba de l'amplificador considerant-lo lineal (eq. 5) i també la del no lineal (eq. 6 i eq. 7). Dibuixeu-les en dos trams, prenent primer un marge de tensions d'entrada entre -10 V i 0 V amb salts de 0.1V utilitzant l'equació eq. 7, i després sobre el mateix gràfic prenent un marge de 0V i 10 V amb salts de 0.1V amb l'equació eq. 6.

Per analitzar l'efecte que poden tenir aquestes no linealitats, es farà amb el Simulink. Com a entrada es prendrà un senyal sinusoidal de freqüència $1.7 \cdot 10^{-4}$ rad/s i amplituds de 1V, 5V, 8V i 10 V.

Per poder introduir les dues parts de l'amplificador no lineal (eq. 6 i eq. 7), es proposa realitzar les connexions següents:

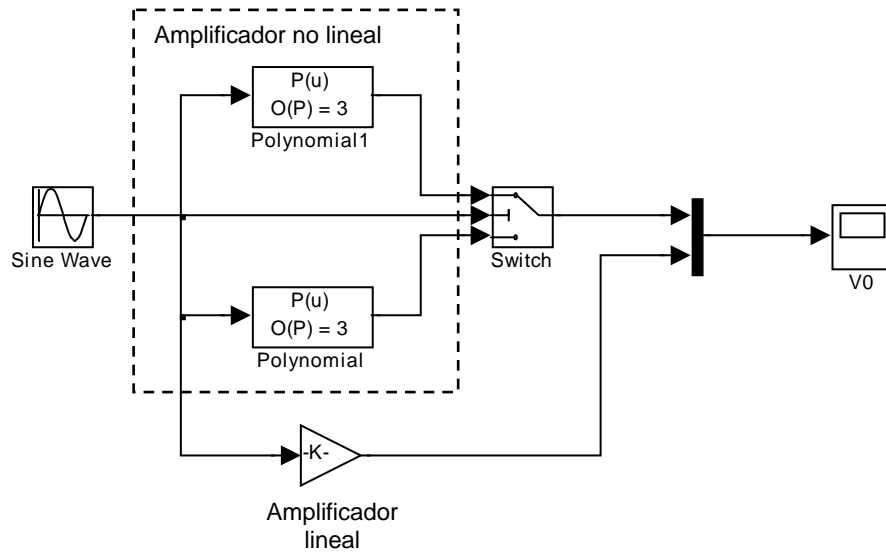


Figura 6. Amplificador no lineal versus el lineal

k) Visualitzeu la sortida per les diferents amplituds proposades i comenteu les diferències respecte la sortida proporcionada per l'amplificador lineal.