

CONTROL DEL PH

Es vol aconseguir un producte que presenti un determinat PH. Per això es proposa el sistema de control de la Figura 1. Com es pot veure, el sistema consta d'un dipòsit amb un volum V on s'hi va acumulant el producte d'entrada, amb un determinat PH_i , juntament amb un reactiu amb un altre PH_0 determinat. El producte d'entrada presenta un flux constant q_i , mentre que el flux del reactiu C_u el podem controlar mitjançant una vàlvula, amb la que deixarem entrar més o menys reactiu en funció de la lectura de PH que observem de la barreja de sortida.

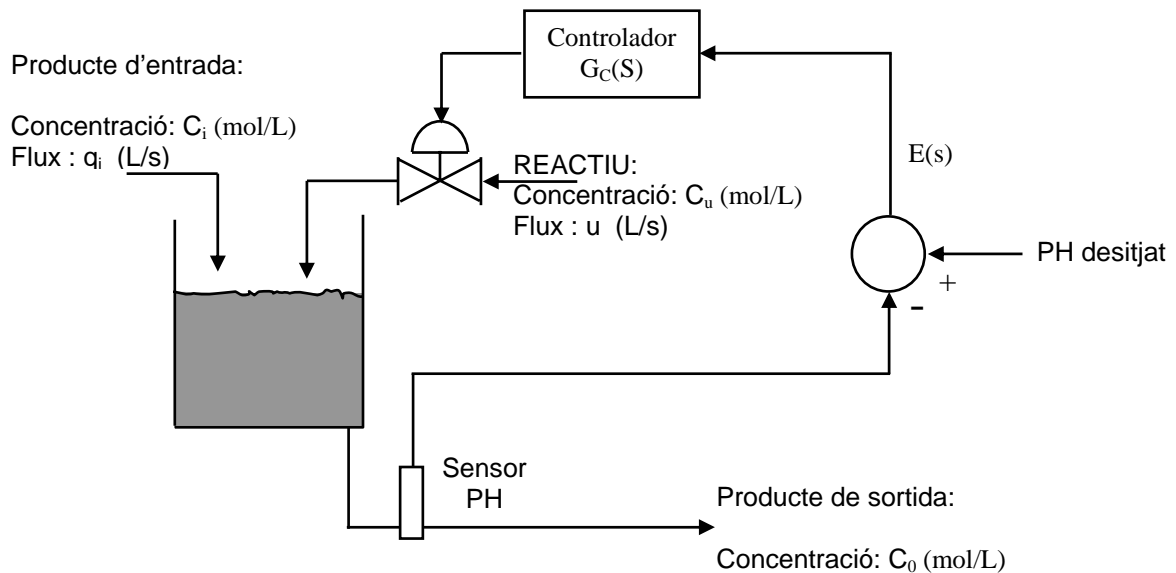


Figura 1. Control del PH d'un producte

Com a dades sabem que el reactiu utilitzat té una concentració de $C_u = 10^{-2}$ mol/L, mentre que del producte d'entrada es sap la seva concentració és de 10^{-3} mol/L i entra a un flux constant de $q_i = 0.6$ L/seg. Normalment no mesurem PH sinó que es mesura l'excés d'ions de hidrogen, i per tant una concentració. Sabem que la relació entre la concentració, C , i el PH ve donada per

$$PH = -\log\left(\sqrt{0.25 C^2 + 10^{-14}} + 0.5 C\right)$$

o a la inversa

$$C = \frac{10^{-2PH} - 10^{-14}}{10^{-PH}}$$

Sabent que el procés té una estructura com la donada a la Figura 2, on l'entrada i sortida es pot observar que són concentracions, es proposa primer introduir la transformació de concentració a PH mitjançant les equacions prèvies.

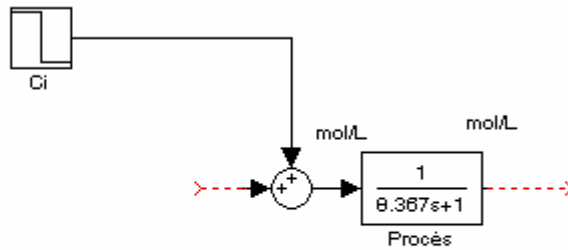


Figura 2. Diagrama de blocs del procés de PH

Construïu ara el diagrama Simulink de la Figura 3, on podeu observar que hi ha uns blocs de conversió que contindran les equacions abans citades. Raoneu quina posaríeu a cada un dels blocs.

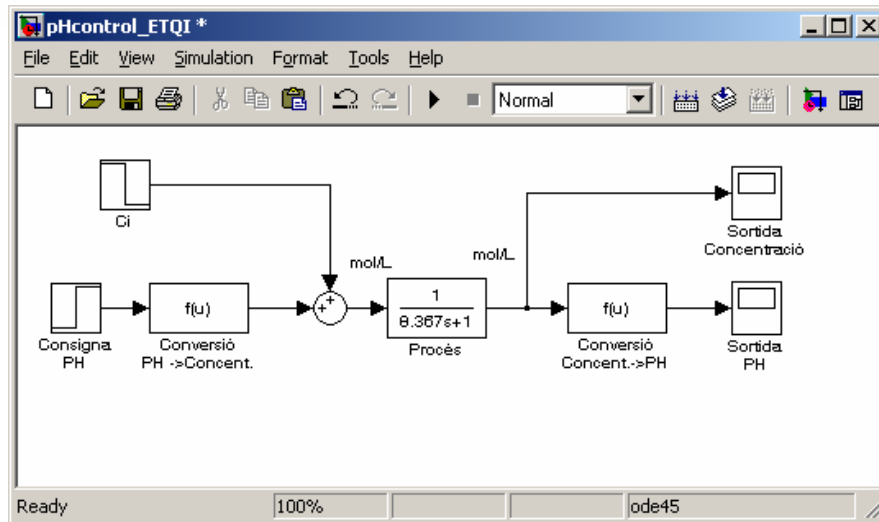


Figura 3. Modificació per passar de concentracions a PH.

El bloc "function" el podeu trobar a Simulink->User-defined functions->Fcn. Fent doble clic sobre el bloc, us donarà opció a que introduïu l'operació matemàtica que voleu realitzar (les equacions anteriors, en aquest cas). L'única cosa a tenir en compte es que, si per exemple voleu entrar la primera equació, no cal posar "PH =", sinó simplement el que ve darrera del signe d'igualtat. Per altra banda, en lloc de C hauríeu de posar u(1). És a dir,

$$-\log_{10}(\sqrt{0.25 \cdot u(1)^2 + 10 \cdot 10^{-14}} + 0.5 \cdot u(1))$$

Simuleu el procés i observeu la sortida amb l'oscil·loscopi "Nivell sortida (m)". Per això poseu els paràmetres de simulation -> simulations parameters, tal i com es mostra a la Figura 4.

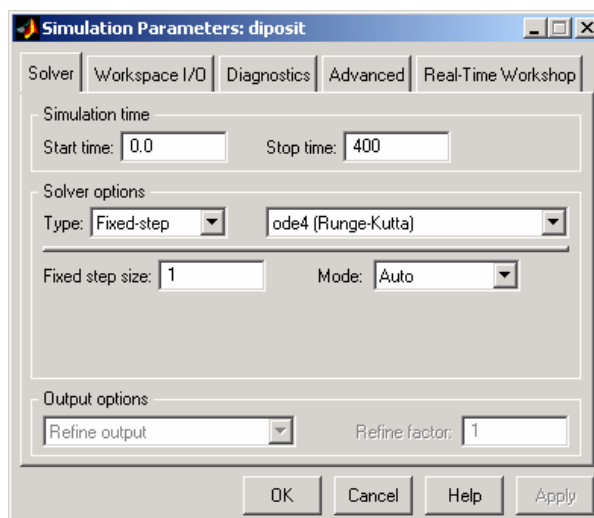


Figura 4. Paràmetres de simulació

Si el sensor de PH ens proporciona 1V/PH, hauríeu de fer alguna modificació al diagrama de blocs anteriors, si volguéssiu llegir també la sortida en volts?

Suposeu que desitgeu que el producte de sortida tingui un PH de 2. S'estableix a la consigna de PH desitjada la sortida?

Suposant ara que volem controlar el procés, introduïm la vàlvula i el controlador per tal de regular la concentració del producte de sortida, i en definitiva, el PH. La vàlvula té una funció de transferència $G_v(s) = \frac{Q(s)}{V(s)} = \frac{1}{5s+1}$

Per aconseguir que vagi a la consigna de PH desitjada de 2 i en un temps inferior a 50 segons, es proposa realitzar un control en llaç tancat. Reproduïu l'esquema Simulink de la Figura 5.

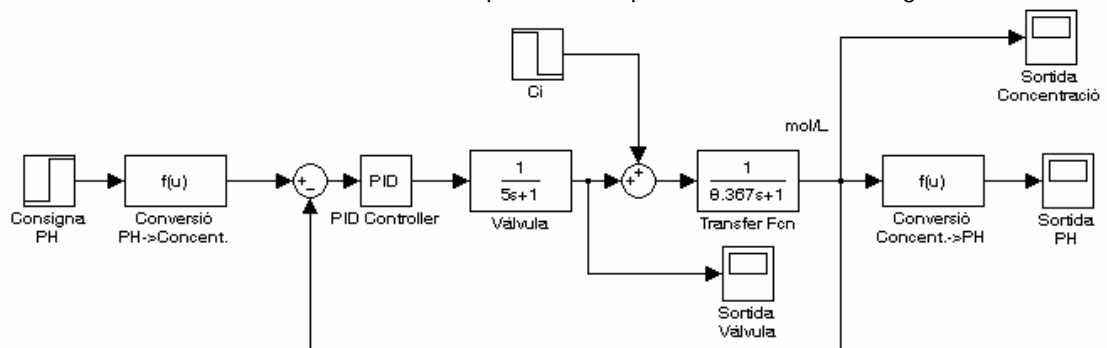


Figura 5. Diagrama Simulink amb controlador

El bloc PID el trobareu dins Simulink->Simulink Extras -> Additional Linear, tal i com es mostra a la Figura 6.

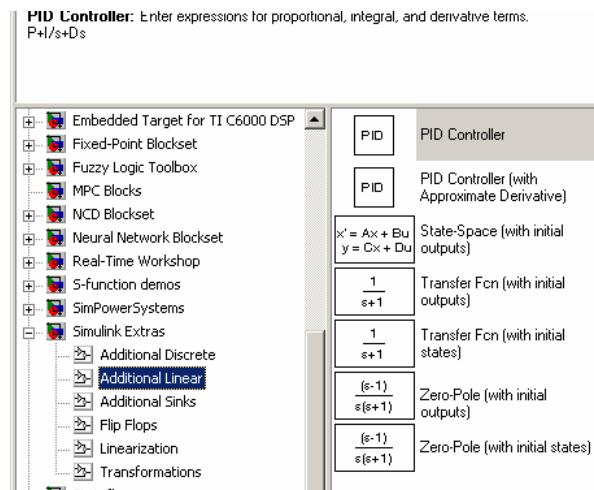


Figura 6. Obtenció del bloc PID

Trobeu uns paràmetres del PID (K_p , K_i i K_d) que aconseguixin que la sortida s'estabilitzi al valor de consigna introduït (PH = 2) en un temps inferior a 50 segons i amb sobrepic el menor possible. Aneu provant valors fins que veieu que n'aconseguiu uns que donen els resultats desitjats.

Observeu detingudament la sortida de la vàlvula. Si la vàlvula sabem que com a molt pot permetre el pas de 0.025 L/seg i com a mínim es tancarà totalment (deixarà un flux de 0 L/seg.), hi haurà algun problema entre la simulació i el procés real?

Per tal de simular aquest efecte, es proposa que introduïu un bloc "saturation" darrera la vàlvula, tal i com es mostra a la Figura 7, prenent com a paràmetres d'aquest "upper limit" de 10 i "lower limit" de 0.

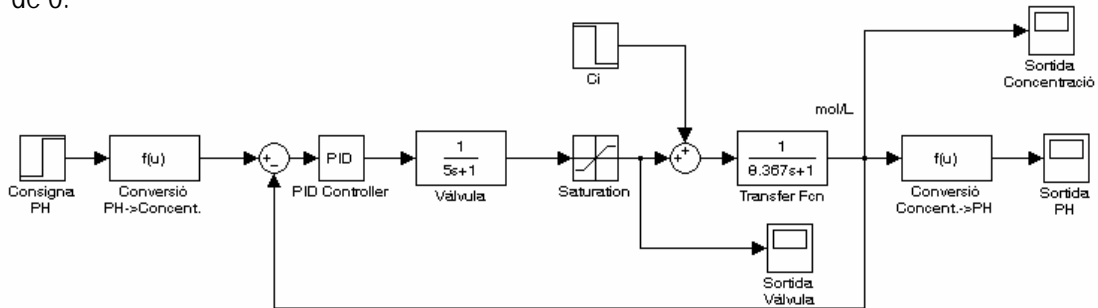


Figura 7. Simulació de la limitació de la vàlvula

Torneu a simular el procés i observeu els senyals de sortida dels oscil·loscopis. Que observeu respecte a la simulació obtinguda a la Figura 5? Torneu a ajustar els paràmetres del PID per tal d'obtenir una resposta satisfactòria, si es que cal.

Per tal de simular l'efecte del soroll en les mesures es proposa introduir la modificació de la modificació de la Figura 8.

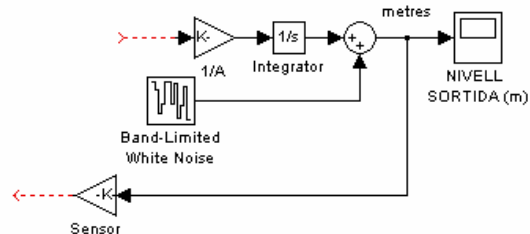


Figura 8. Efecte del soroll

Poseu com a paràmetres de la font de soroll un "Noise Power" de 10^{-6} i un "sample time" de 0.5 segons. Observeu les sortides que s'obtenen.

Suposem ara que això correspon a un procés real, de manera que la sortida del procés, a més de veure-la a l'oscil·loscopi de Simulink, ens la proporcionarà la placa d'adquisició de dades PCI-1711 mitjançant la seva sortida DAC 0. A la vegada la sortida DAC 0 anirà a parar a l'entrada ADC 1 de la mateixa, que correspon a la lectura que hauríem pres del sensor. Per tant, modifiqueu el diagrama Simulink de la manera següent (Figura 9).

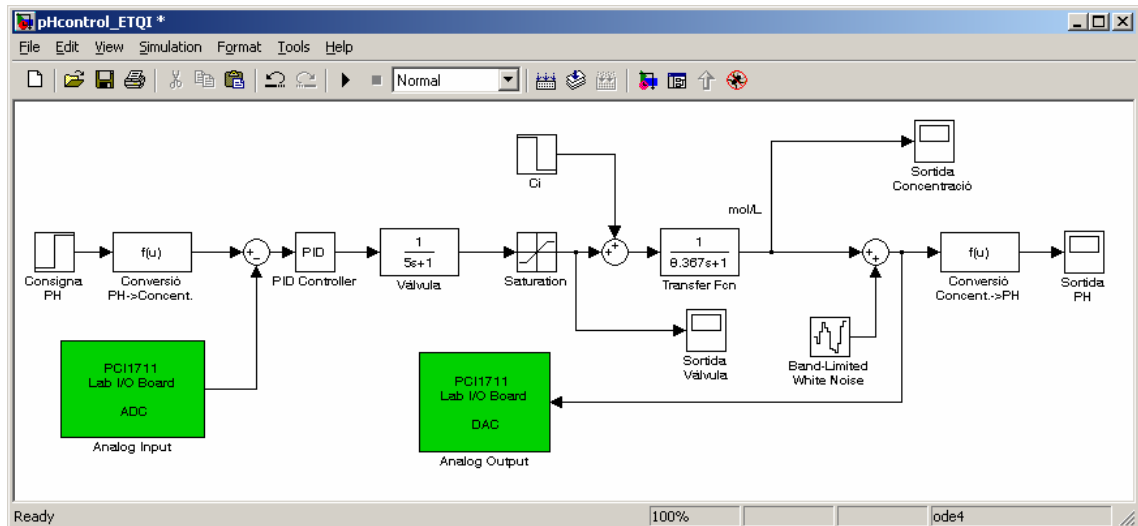


Figura 9. Utilització de real-Time Workshop amb la tarja PCI-1711

Els blocs corresponents per accedir a les sortides i entrades de la tarja, els podreu trobar teclejant pci1711 a la finestra de Matlab, que us obrirà els blocs corresponents a la tarja. Poseu els paràmetres adients dins aquests blocs de la tarja, procurant seleccionar l'opció "hardware access".

Ara s'ha de construir l'aplicació real time per poder executar el Simulink en temps real i amb accés a la tarja. Seguiu les instruccions definides conjuntes que expliquen el procés de generació d'aplicacions real time. Observeu la sortida que es visualitza als oscil·loscopis.

Poseu ara un temps de mostreig a la placa de 10 segons, torneu a compilar i indiqueu i observeu el resultat

Proposeu un GRAFCET que supervisi el procés, de manera que activi l'alarma quan el PH baixi de 2 (massa àcid) o bé arribi a 9 (massa bàsic).