

CONTROL DEL GRUIX D'UNA LÀMINA D'ACER

El sistema de la Figura 1 mostra el procés de laminat d'una planxa d'acer. Com es pot veure, s'actua sobre uns rodets de manera que es dona el gruix $y(t)$ desitjat a la làmina d'acer. La làmina d'acer travessa els rodets a una velocitat constant de v m/s. La distància entre els rodets i el sensor que mesura el gruix de la làmina d'acer obtingut és de d metres. El desplaçament angular del motor $\theta_m(t)$ es converteix en desplaçament lineal $y(t)$ mitjançant una combinació d'engranatges i un actuator lineal amb una relació de $y(t)=n \theta_m(t)$ (n ve donada en m/rad). Es pot observar també que des del moment en que es produeix l'aprimament de la lamina als rodets, fins que es pren la mesura, hi ha una distància d , que es tradueix en un retard en la mesura de $t_d = \frac{V}{d}$.

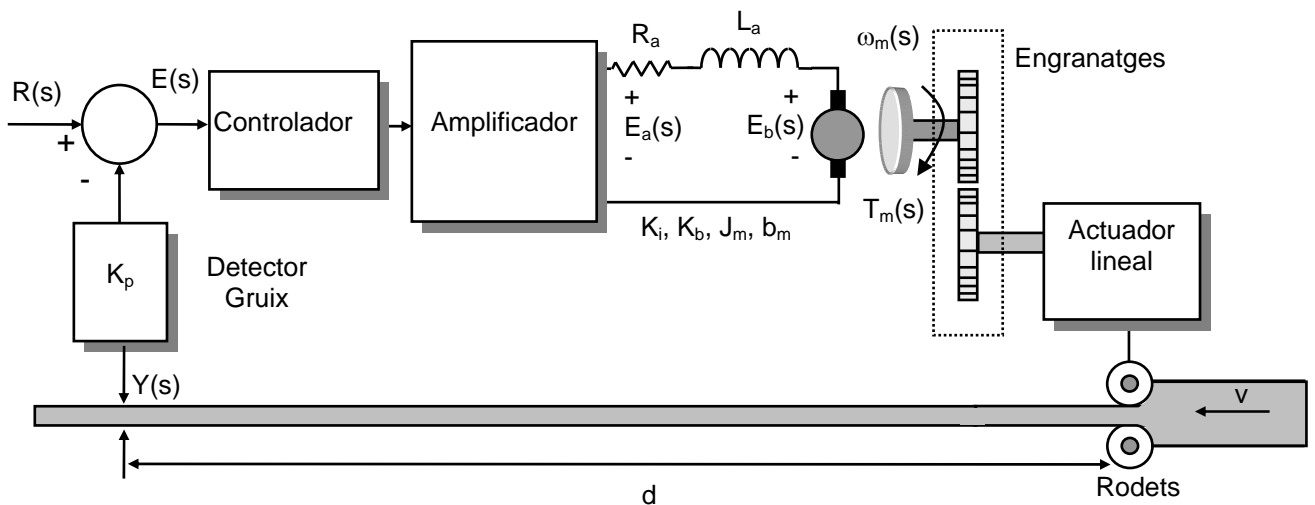


Figura 1. Control del PH d'un producte

Com a possible model del sistema es proposa l'esquema Simulink donat a la Figura 2

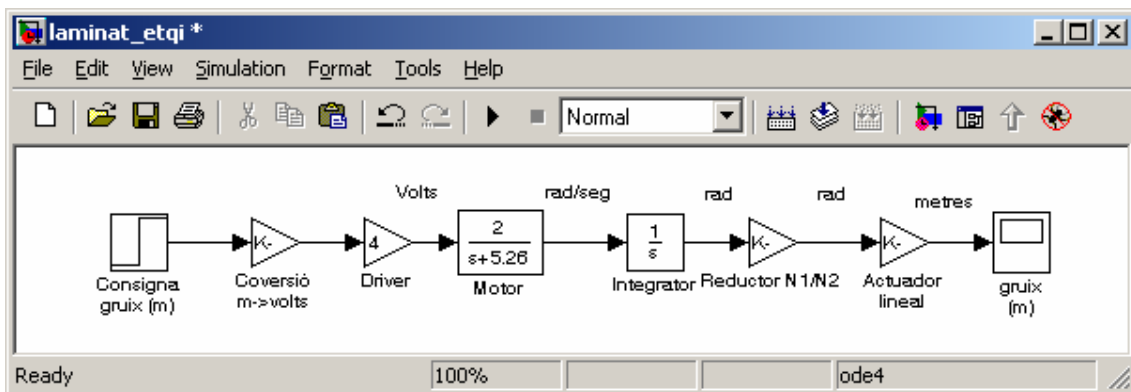


Figura 2. Model Simulink del laminador

Es té un factor de reducció $N_1/N_2 = 10$ i es sap que l'actuator lineal ens proporcionarà un desplaçament de 0.5 m/rad. El motor el podem modelar amb una funció de transferència

$$G_v(s) = \frac{W(S)}{V(S)} = \frac{2}{s+5.26}$$

on l'entrada ve donada en Volts i la sortida en rad/seg. El driver del

motor es comporta com un amplificador amb un guany de 4. El factor de conversió de metres a Volts és de 0.019.

Prenent com a consigna d'entrada un desplaçament de 0.5 m, proveu quin és el desplaçament de sortida que s'obté. Quin valor heu de posar al bloc Conversio m->Volts? S'estabilitza la posició de sortida a algun valor? Per això poseu els paràmetres de simulation -> simulations parameters, tal i com es mostra a la Figura 3.

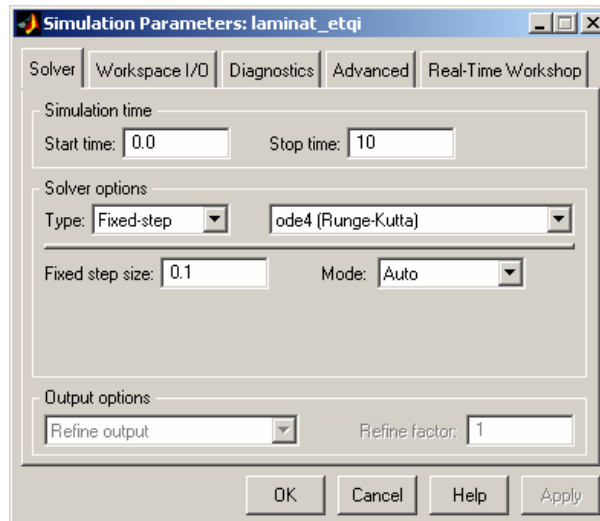


Figura 3. Paràmetres de simulació

Suposant ara que volem controlar el procés, introduïm el controlador i tanquem el llaç, tal i com mostra la Figura 4.

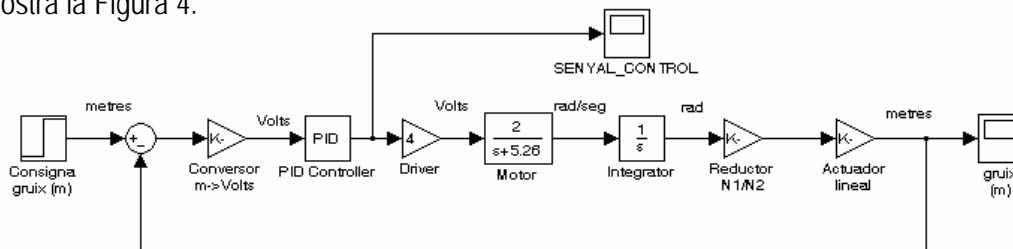


Figura 4. Diagrama Simulink amb controlador

El bloc PID el trobareu dins Simulink->Simulink Extras -> Additional Linear, tal i com es mostra a la Figura 5.

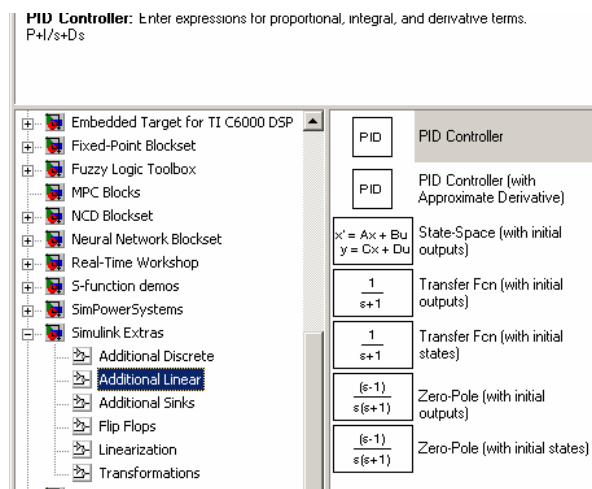


Figura 5. Obtenció del bloc PID

Trobeu uns paràmetres del PID (K_p , K_i i K_d) que aconseguixin que la sortida s'estabilitzi al valor de consigna introduït (0.5 m) en un temps inferior a 4 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 del controlador PID. Si sabem que com a molt pot permetre un valor de senyal comprès entre ± 10 V, 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 el controlador, tal i com es mostra a la Figura 6, prenent com a paràmetres d'aquest "upper limit" de 10 i "lower limit" de -10.

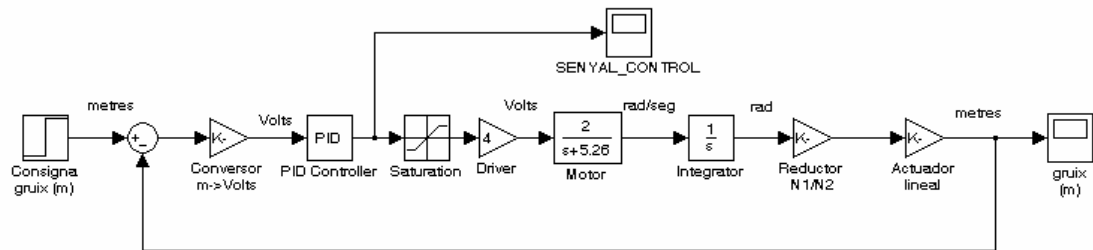


Figura 6. Simulació de la limitació del controlador

Torneu a simular el procés i observeu els senyals de sortida dels oscil·loscopis. Que observeu respecte a la simulació obtinguda a la Figura 4? Torneu a ajustar els paràmetres del PID per tal d'obtenir una resposta satisfactòria, si es que cal.

A l'esquema anterior, no s'ha tingut en compte el fet que la mesura del gruix de la làmina es pren al cap d'un cert temps. És a dir hi ha un retard. Per veure l'efecte que té aquest factor en el nostre sistema de control, s'ha d'introduir un bloc situat dins Simulink → Continuous, que és el *transport delay*. Poseu-lo tal i com es mostra a la Figura 7.

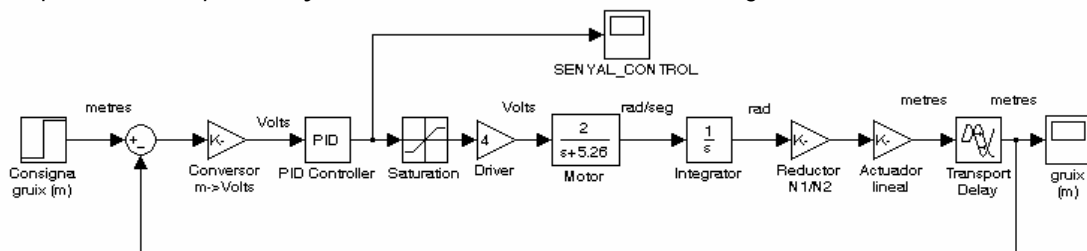


Figura 7. Efecte del soroll

Si la cinta viatja a una velocitat $V = 0.5$ m/seg, i te una llargada de $d = 2$ m, quan tardarà el sensor a prendre la mesura des de que els rodets han donat forma a la làmina? Introduïu aquest temps calculat al bloc transport delay dins la casella "time delay". Torneu a simular el procés i observeu l'efecte que ha introduït el temps de retard. Et sembla que és important tenir en compte el retard?

Treu el bloc del temps de retard i deixa el sistema com es mostrava a la Figura 6. 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 hauriem pres del sensor. Per tant, modifiquem el diagrama Simulink de la manera següent (Figura 8).

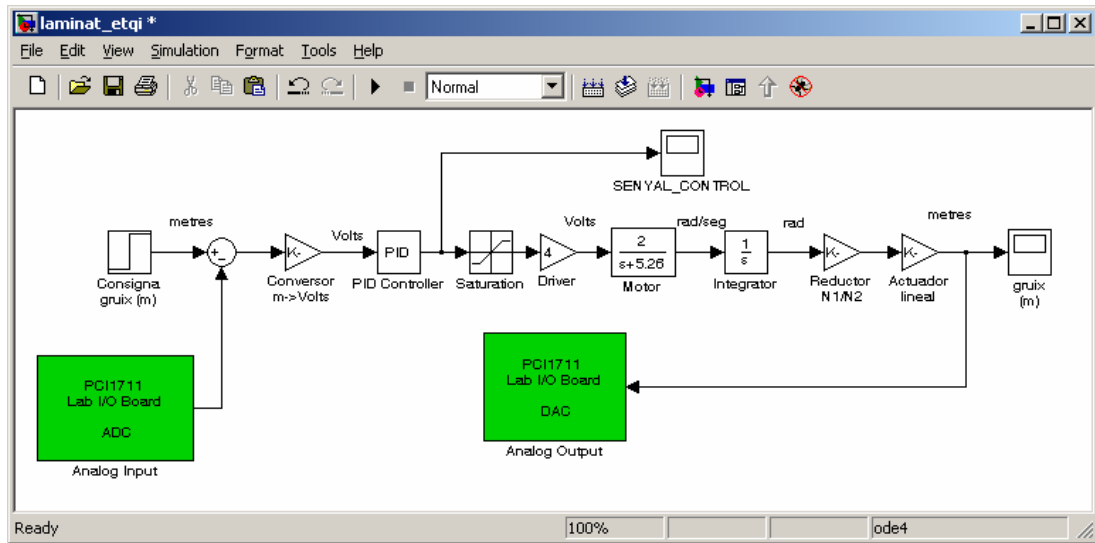


Figura 8. Utilització de real-Time Workshop amb la tarja PCI-1711

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 una alarma quan el gruix arribi a 0.7 m i quan baixi de 0.3 m.