

# Pràctica 1: Introducció a MATLAB, SCOPE i les maquetes del laboratori

**Objectius:** familiaritzar-se amb els equipaments i eines que es faran servir al llarg del curs. Les eines principals són el programa de tractament numèric MATLAB i el programa de visualització de senyals temporals SCOPE. L'equipament consta de dos tipus de maquetes didàctiques de control: el motor i el dipòsit.

1. (Exercici opcional): Escriure una funció per MATLAB (un fitxer.m) que resolgui sistemes d'equacions lineals pel mètode de Kramer. (60 min)

$$\text{Ex:} \quad \begin{aligned} 3x + 2y &= 7 \\ x + y &= 3 \end{aligned}$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 7 & 2 \\ 3 & 1 \\ 3 & 2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = 1$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 7 \\ 1 & 3 \\ 3 & 2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = 2$$

L'avaluació es farà provant la funció resultant i tindrà en compte la seva robustesa, la capacitat per detectar tipus de sistemes (compatible, incompatible...), etc.

2. Obtenir amb el programa SCOPE la gràfica d'un senyal periòdic quadrat de freqüència 75Hz i amplitud 5V (i ensenyar-la al professor). (25 min)
3. Visualització amb ajuda de l'SCOPE dels senyals de consigna tipus graó i rampa. (15 min).

Nota: per dubtes podeu consultar a <http://www.edicionsupc.es>, edicions virtuals: *Automàtica. Fitxes d'ajuda per a pràctiques*, o bé una selecció d'aquestes en format PDF: *Pràctiques de l'assignatura Automàtica*

## Pràctica 2: Modelització de sistemes dinàmics

**Objectius:** Entendre el concepte de modelització, simular i trobar el model de diferents sistemes dinàmics. Diferenciar entre característiques dinàmiques i estàtiques.

- 1. Diagrama de blocs.** Representeu el diagrama de blocs del vostre sistema, escrivint dins de cada bloc (driver, motor/motobomba+dipòsit, sensor+condicionador) la funció de transferència que hi correspon. (10 min)
- 2. Model del sistema a llaç obert.** Trobeu la funció de transferència (característica dinàmica) que relacioni la tensió que dóna el sensor de velocitat/nivell amb la tensió d'entrada al driver. (30 min.)
- 3. Modelització de sensors + condicionadors.** Trobeu una funció (característica estàtica) que relacioni velocitat/nivell amb la tensió que dóna el corresponent sensor. (30 min.)
- 4. Simulació del sistema a llaç obert.** Amb la funció de transferència obtinguda, comproveu que la resposta simulada s'assembla a l'obtinguda. Compareu la resposta real amb la simulada per tal de assegurar-vos que teniu un bon model. Feu proves variant el guany estàtic i la constant de temps. Si el sistema que heu mesurat tingués un guany més gran, com seria el sistema? I si varia la constant de temps? (30 min).
- 5.** Feu el **control en llaç obert** per tal que el nivell / velocitat del motor sigui la que us demana el professor. (15 min).
- 6.** Trobeu el model del “*driver*” (característica estàtica) i refer l'apartat 1 amb valors numèrics.

Nota: per dubtes podeu consultar a <http://www.edicionsupc.es>, edicions virtuals: *Automàtica. Fitxes d'ajuda per a pràctiques*, o bé una selecció d'aquestes en format PDF: *Pràctiques de l'assignatura Automàtica*

## Pràctica 3/4: Realimentació en sistemes dinàmics

**Objectius:** entendre el concepte de realimentació, els seus avantatges i inconvenients.

### **Motor (pràctica 3) / Dipòsit (pràctica 4)**

1. Realitzeu el muntatge a llaç obert de velocitat/cabal i enregistreu amb l'SCOPE la resposta a un graó d'aproximadament 7.5 V. (15 min.)
2. Introduïu pertorbacions en el sistema i, amb una escala de temps lenta, enregistreu l'entrada del driver i la sortida del sensor. (15 min.)
3. Repetiu els apartats 1 i 2 a llaç tancat. (20 min.)
4. Compareu el comportament del sistema a llaç obert amb el de llaç tancat i contesteu: augmenta o disminueix la velocitat de resposta (comportament transitori)? i l'error (comportament estacionari)? Com reacciona el sistema davant de pertorbacions? (10 min.)
5. Trobeu experimentalment la funció de transferència del sistema a llaç tancat. (10 min.)
6. Deduïu analíticament la funció de transferència a llaç obert a partir de l'obtinguda experimentalment a llaç tancat en l'apartat 5. (5/10 min.)
7. A partir del model trobat en l'apartat 6, **simuleu** (amb el MATLAB) la resposta a un graó del sistema a llaç obert. Compareu aquesta resposta amb l'obtinguda experimentalment en l'apartat 1. (10 min.)
8. En el cas que observeu importants discrepàncies en la resposta temporal dels apartats 1 i 7, a què creieu que poden ser degudes? Quin és l'efecte del retard? (simulació MATLAB: ordre *pade*). (10 min.)

Nota: per dubtes podeu consultar a <http://www.edicionsupc.es>, edicions virtuals: *Automàtica. Fitxes d'ajuda per a pràctiques*, o bé una selecció d'aquestes en format PDF: *Pràctiques de l'assignatura Automàtica*

## Pràctica 5: Control de processos: PID (1)

### Objectius:

Entendre la necessitat del control automàtic. Concepte d'acció de control. Conèixer les accions proporcional, integral (i derivativa) d'un controlador tipus PID clàssic.

### Bloc controlador: (20 min)

Fer l'apartat "Bloc controlador" que s'indica en la pràctica 6. *Si ja s'ha fet la Pràctica 6, no s'ha de repetir aquest apartat.*

**Motor:** (90 min.) *Sintonia analítica de paràmetres d'un controlador P, I o PI per assignació de pols (AJUDA: vegi's nota a peu de pàgina)*

1. Feu un control P (proporcional), després un control I (integral), i un altre PI **de velocitat** d'acord amb les dades obtingudes segons les especificacions donades pel professor prèviament. Comproveu si es compleixen les especificacions desitjades.
2. Varieu els paràmetres i digueu com varien l'error, la rapidesa i la sensibilitat davant de pertorbacions pels tres tipus de control. Com han variat els pols?
3. Simuleu amb MATLAB els diferents tipus de control (P, I i PI) de velocitat i compareu amb els resultats obtinguts experimentalment.

Nota: per dubtes podeu consultar a <http://www.edicionsupc.es>, edicions virtuals: *Automàtica. Fitxes d'ajuda per a pràctiques*, o bé una selecció d'aquestes en format PDF: *Pràctiques de l'assignatura Automàtica*

## Pràctica 6: Control de processos: PID (2)

### **Objectius:**

Entendre la necessitat del control automàtic. Concepte d'acció de control. Conèixer les accions proporcional, integral (i derivativa) d'un controlador tipus PID clàssic.

**Bloc controlador:** (20 min) *Si ja s'ha fet abans aquest apartat (Pràctica 5), no s'ha de repetir*

1. Visualitzar la resposta del controlador proporcional a entrades graó i rampa.
2. Generar una rampa de pendent 3 V/seg amb un offset de 2V (sortida del controlador) a partir d'un graó d'amplitud 1 V (a l'entrada del controlador). Quins són els paràmetres  $K_p$  i  $T_i$  del controlador?
3. Entreu en el controlador trobat abans una rampa de pendent 1 V/seg. Quina funció obteniu a la sortida?

**Dipòsit:** (60 min) *Sintonia de paràmetres d'un controlador PI utilitzant el mètode empíric freqüencial de Ziegler-Nichols (consulteu les fitxes d'ajuda indicades en la nota al peu de pàgina):*

1. A partir del muntatge a llaç tancat pel cabal, trobeu els paràmetres  $K_u$  i  $T_u$
2. Sintonitzeu el controlador de la maqueta i comproveu si compleix el criteri de Ziegler-Nichols per la raó d'esmoreïment (1/4)
3. Varieu manualment els paràmetres  $K_p$  i  $T_i$  del controlador. Com han de variar per fer el sistema més ràpid? I menys oscil·lant?
4. Amb el model del sistema en llaç obert obtingut en la Pràctica 4, sintonitzeu un controlador similar, simuleu amb MATLAB el sistema resultant i compareu els resultats amb els experimentals. (Utilitzeu el model ajustat del sistema tenint en compte el retard, ordre *pade*).

**Suggeriment opcional:** Estudiar analíticament l'estabilitat, la precisió i la rapidesa del sistema de control de cabal del laboratori, a partir de les funcions de transferència i controladors trobats experimentalment. Com afecta el fet de tenir en compte o no el retard?

Nota: per dubtes podeu consultar a <http://www.edicionsupc.es>, edicions virtuals: *Automàtica. Fitxes d'ajuda per a pràctiques*, o bé una selecció d'aquestes en format PDF: *Pràctiques de l'assignatura Automàtica*