



Telelaboratorio



Álvaro Gutiérrez
23 de abril de 2025

a.gutierrez@upm.es
www.robolabo.etsit.upm.es

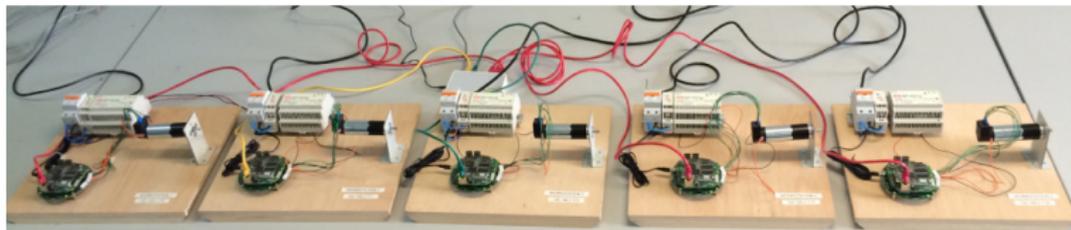
- 1 TeleLabo
 - Firmware
 - Aplicación

- 2 Discretización

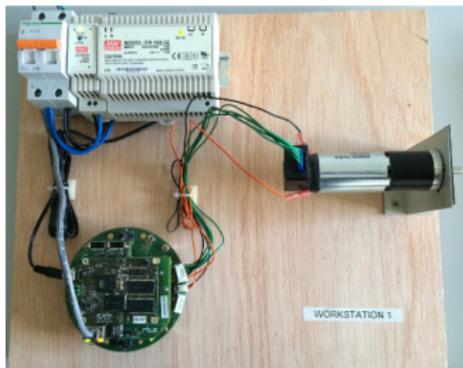
1 TeleLabo
Firmware
Aplicación

2 Discretización

- ▶ 1 puesto bajo un sistema de colas



- ▶ Protección de alimentación.
- ▶ Fuente de alimentación 5V.
- ▶ Fuente de alimentación 12V.
- ▶ Conjunto Motor, Encoder, Reductora:
 - ▶ Motor DC con escobillas **A-max 32 12 V.**
 - ▶ Reductora Planetaria GP 32A **23:1.**
 - ▶ Encoder HEDS 5540 de **500 pulsos por vuelta.**
- ▶ Hardware de control de motores.



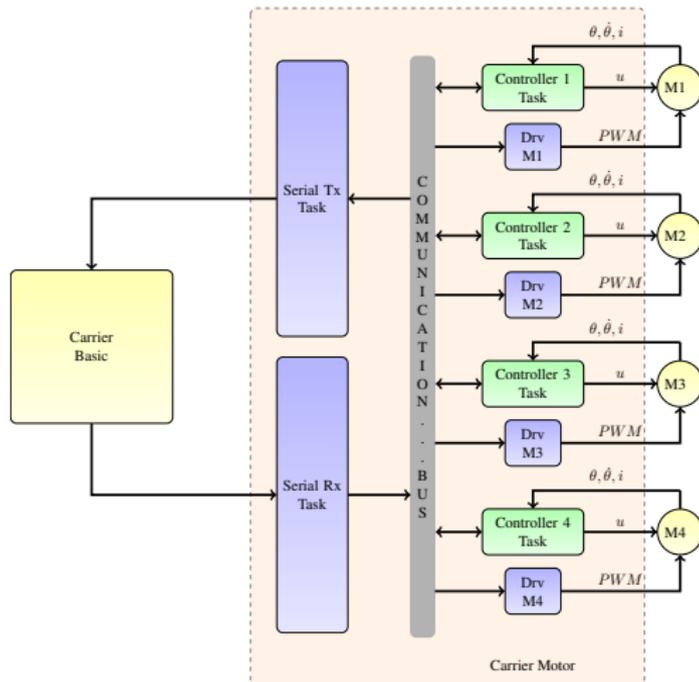
- ▶ Una tarjeta con un microcontrolador ARM y capacidad para controlar hasta cuatro motores
- ▶ Una tarjeta con un procesador ATMEL con linux
- ▶ Una tarjeta que se encarga de extraer la periferia



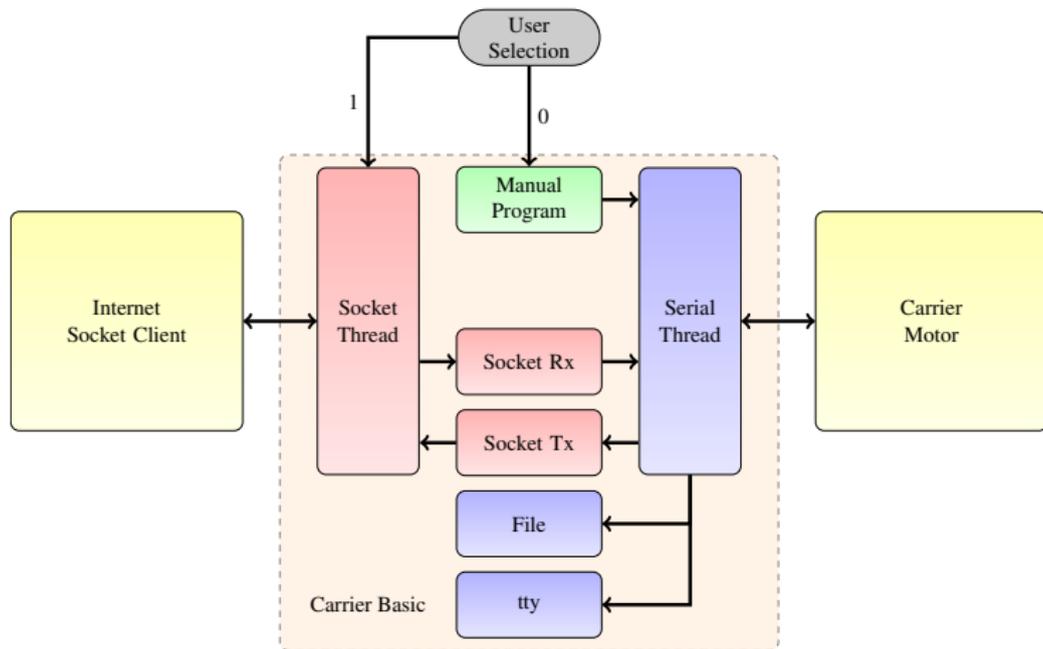
1 TeleLabo
Firmware
Aplicación

2 Discretización

Tarjeta de motores: Firmware



Puesto de laboratorio: Firmware



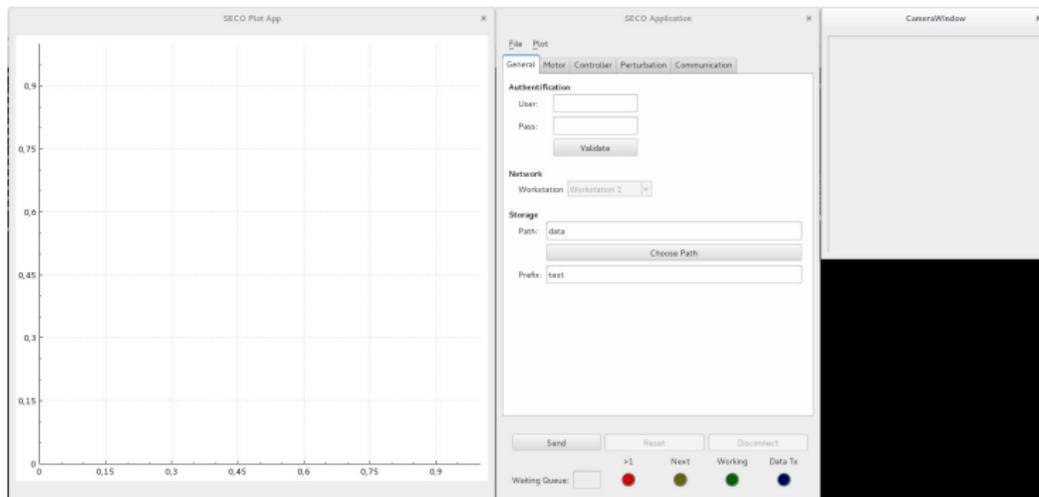
1 TeleLabo
Firmware
Aplicación

2 Discretización

- ▶ Control remoto de motores DC
- ▶ Aplicación desarrollada en QT
- ▶ SO Linux



Ventana de Inicio



- ▶ **Authentication: No implementado**
- ▶ **Network: Puesto de trabajo - Único**
- ▶ **Storage: Almacenamiento de datos:**
 - ▶ **Path:** Ruta de los ficheros (e.g. data)
 - ▶ **Prefix:** Prefijo de los ficheros (e.g. test)
 - ▶ Ficheros:
secoStudentsApp/data/test-MOTOR3<VAR>



Motor



- ▶ **Motors:** 1 al 4
- ▶ **On/Off:** Sólo habilitado el Motor 3
- ▶ **PWM Freq:** Fija a 20KHz



Controller (I)



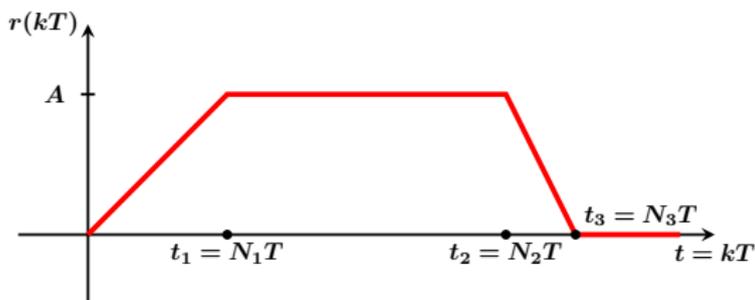
- ▶ **Sampling Period:** Periodo de muestreo en *ms*
- ▶ **Tipo de Controlador:** PID único y por defecto
- ▶ **Variable de control:** Posición o Velocidad.
- ▶ **Señal de referencia:** Delta de Kronecker, Escalón, Rampa, Parábola, Seno, Coseno y Trapezoidal.
- ▶ **Valores de la señal de referencia:** 4 variables (*Var1*, ..., *Var4*)



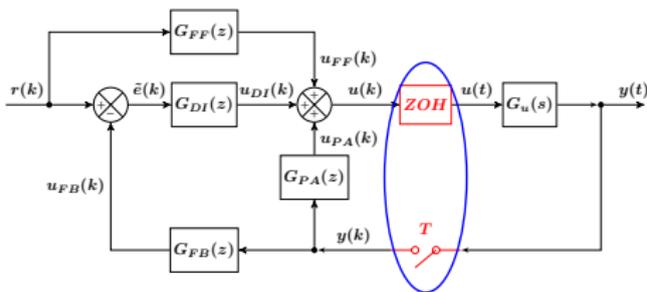
Controller (II)



Señal	Ecuación	Var1	Var2	Var3	Var4
Delta	$r(kT) = A, k = 0; r(kT) = 0, \forall k \neq 0$	A			
Escalón	$r(kT) = A$	A			
Rampa	$r(kT) = A \cdot kT$	A			
Parábola	$r(kT) = 1/2 \cdot A \cdot (kT)^2$	A			
Seno	$r(kT) = A \cdot \sin(\omega \cdot kT)$	A	ω		
Coseno	$r(kT) = A \cdot \cos(\omega \cdot kT)$	A	ω		
Trapezoidal	Ver Figura	A	t_1	t_2	t_3



Controller (III)



SECO Application

File Plot

General Motor Controller Perturbation Communication

Motor 1 Motor 2 Motor 3 Motor 4

Sampling Period.: 5 ms Controller Type: PID

Control Var.: Position Ref. Type.: STEP

Ref. Value 1: 3.14 Ref. Value 2: 0.00

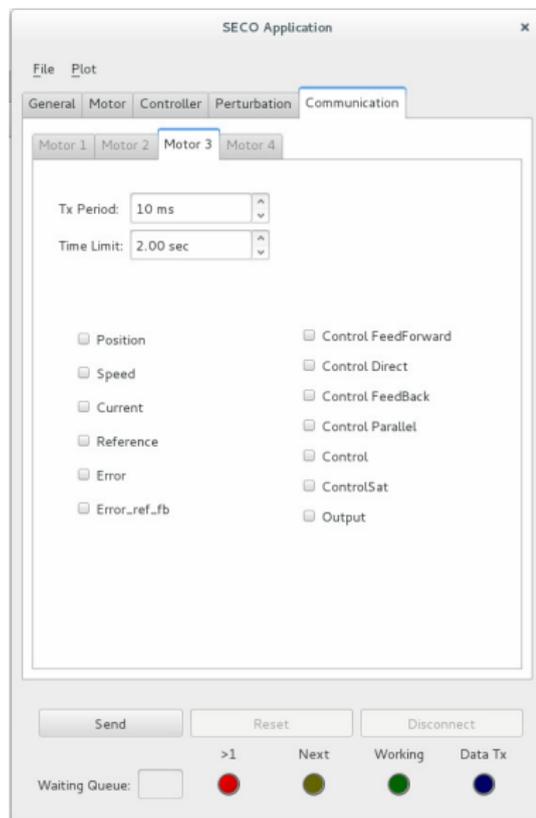
Ref. Value 3: 0.00 Ref. Value 4: 0.00

Direct	Parallel	FeedBack	FeedForward
Kp: 1.000	Kp: 0.000	Kp: 0.000	Kp: 0.000
Ki: 0.000	Ki: 0.000	Ki: 0.000	Ki: 0.000
Kd: 0.000	Kd: 0.000	Kd: 0.000	Kd: 0.000
Wup: 12.000	Wup: 12.000	Wup: 12.000	Wup: 12.000

Send Reset Disconnect

Waiting Queue: >1 Next Working Data Tx

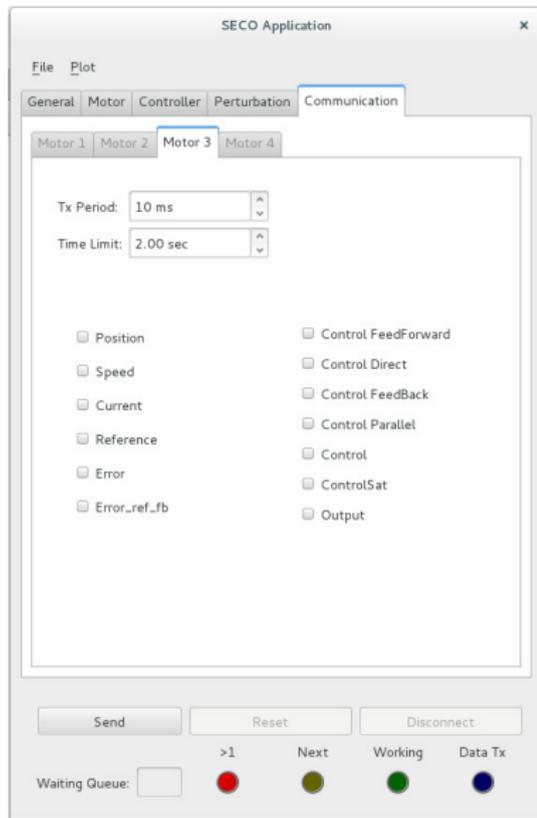
- ▶ **Tx Period:** Periodo de envío de datos
- ▶ **Time Limit:** Límite de ejecución del controlador



Communication



- ▶ **Position:** $\theta(t)$ en *rad*
- ▶ **Speed:** $\dot{\theta}(t)$ en *rad/s*
- ▶ **Current:** $i(t)$ en *A*
- ▶ **Reference:** $r(kT)$ en *rad* o *rad/s*
- ▶ **Error:** $e(kT) = r(kT) - y(kT)$
- ▶ **Error_ref_fb:** $\tilde{e}(kT) = r(kT) - u_{FB}(kT)$
- ▶ **Control FeedForward:** $u_{FF}(kT)$ en *V*
- ▶ **Control Direct:** $u_{DI}(kT)$ en *V*
- ▶ **Control FeedBack:** $u_{FB}(kT)$ en *V*
- ▶ **Control Parallel:** $u_{PA}(kT)$ en *V*
- ▶ **Control:** $u(kT)$ en *V*
- ▶ **ControlSat:** $\hat{u}(kT)$ en *V*
- ▶ **Output:** $y(kT)$ en *rad* o *rad/s*



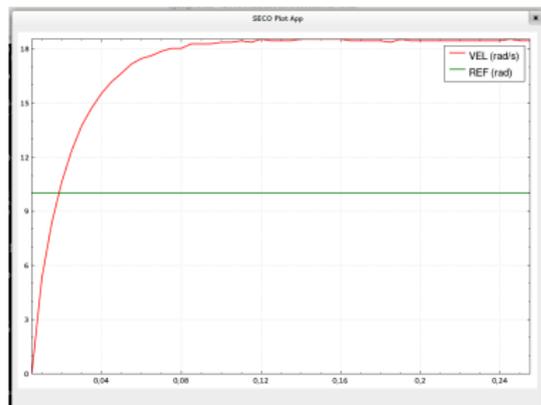
- ▶ **Send:** Conecta la aplicación con el puesto del laboratorio y envía la configuración del experimento
- ▶ **Reset:** Resetea el puesto del laboratorio.
- ▶ **Disconnect:** Desconecta la aplicación del puesto de laboratorio.



- ▶ **Waiting queue:** Número de experimentos de la cola por ejecutar.
- ▶ **Rojo:** La petición entra en la cola pero hay más de un experimento por ejecutar.
- ▶ **Amarillo:** El experimento va a ser ejecutado cuando acabe el anterior.
- ▶ **Verde:** Está ejecutando el experimento.
- ▶ **Azul:** Transmitiendo los datos seleccionados en la pestaña Communication.



- ▶ **Ratón-Botón Derecho:**
Muestra las coordenadas x, y
- ▶ **Ratón-Rueda:** Zoom In /
Zoom Out
- ▶ **Ratón-Botón Izquierdo:**
Seleccionar área de
visualización
- ▶ **Teclado-“a”:** Vuelta al estado
inicial



Salvar/Cargar datos



- ▶ **File** → **Save**: Salva la configuración en un fichero
- ▶ **File** → **Load**: Carga la configuración de un fichero
- ▶ **Plot** → **Save**: Guarda la imagen en un fichero .pdf
- ▶ **Plot** → **Load**: Dibuja los datos de un experimento

The screenshot shows the 'SECO Application' window with a menu bar containing 'File' and 'Plot'. Below the menu bar are tabs for 'General', 'Motor', 'Controller', 'Perturbation', and 'Communication'. The 'General' tab is active, displaying the following sections:

- Authentication**: Includes 'User:' and 'Pass:' text boxes, and a 'Validate' button.
- Network**: Includes a 'Workstation' dropdown menu currently set to 'Workstation 1'.
- Storage**: Includes a 'Path:' text box containing 'data', a 'Choose Path' button, and a 'Prefix:' text box containing 'test'.

At the bottom of the window, there are three buttons: 'Send', 'Reset', and 'Disconnect'. Below these buttons is a 'Waiting Queue:' label followed by a small white square and four colored circles: red, green, blue, and purple. The red circle has '>1' above it, and the blue circle has 'Data Tx' above it.

1 TeleLabo
Firmware
Aplicación

2 Discretización

- ▶ $z = e^{sT}$
- ▶ $T \geq 30 * BW$
- ▶ Recordemos que:
 - ▶ $G_{PID,D}(z) = K_P \left(1 + \frac{\tau_D}{T} \frac{z-1}{z} + \frac{T}{\tau_I} \frac{z}{z-1} \right)$
- ▶ Por lo tanto:
 - ▶ $K_I = \frac{K_P}{T}$
 - ▶ $K_D = \frac{K_P \tau_D}{T}$

GRACIAS!!

GRACIAS!!