

X Seminario de Automática UniCauca2022

Experiencias de Control
Automático a través de un
Sistema de Laboratorios
Remoto



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

ANGEL ERNESTO RUBIO RODRÍGUEZ
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



FACULTAD DE
INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Introducción

La enseñanza de la ingeniería no puede obviar:

- Experimentos prácticos
- Interacción con equipos físicos e instrumentos verdaderos
- Procesamiento de señales reales

Es la mejor manera de validar la teoría y proporcionar a los estudiantes las competencias y habilidades necesarias para enfrentar con éxito los problemas reales.

Introducción

Prácticas de laboratorios:

- Requieren equipos complejos y caros
- Espacio físico considerable
- Personal para su mantenimiento
- Limitado número de estudiantes por sesión
- Repetición de la experiencia por parte del profesor

Introducción

Laboratorios Remotos:

- Acceso remoto a equipamiento real vía Internet

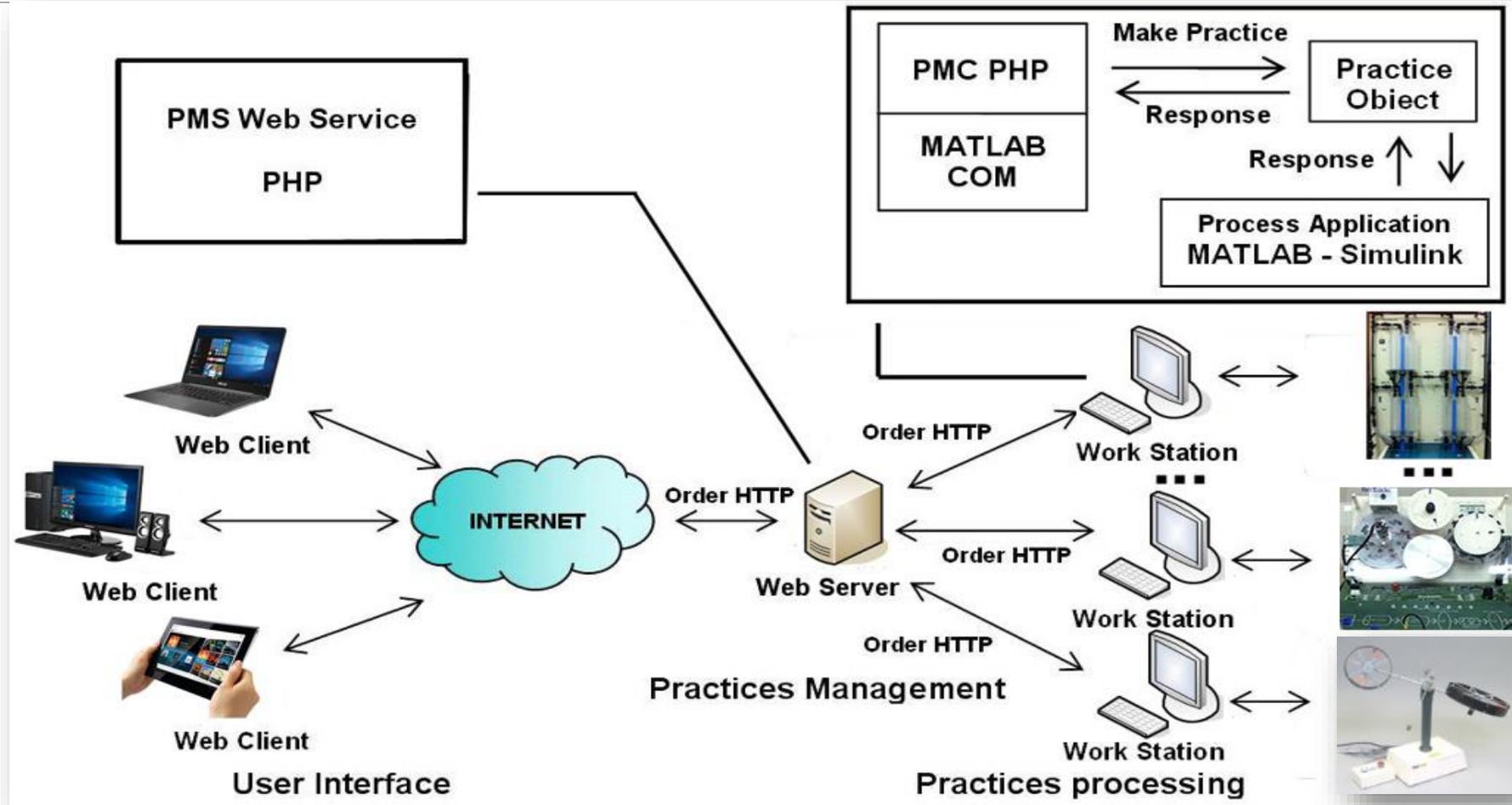
Se reducen:

- Las restricciones de disponibilidad y tiempo de acceso
- La cantidad de equipos necesarios
- El espacio físico requerido

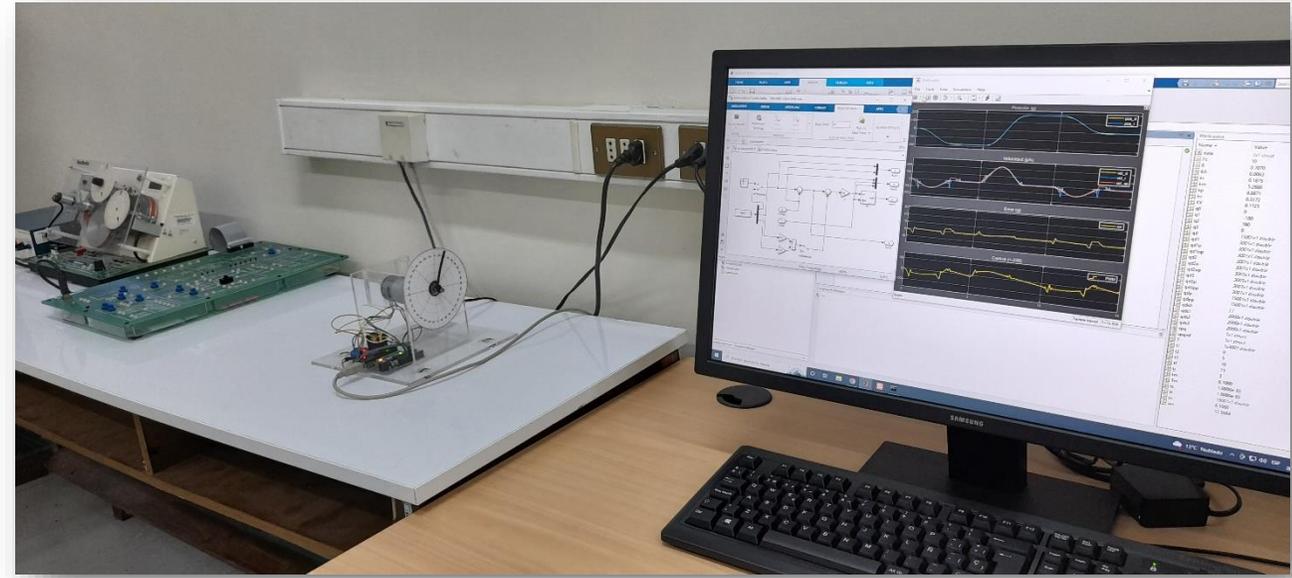
Sistema de Laboratorios Remotos UBB



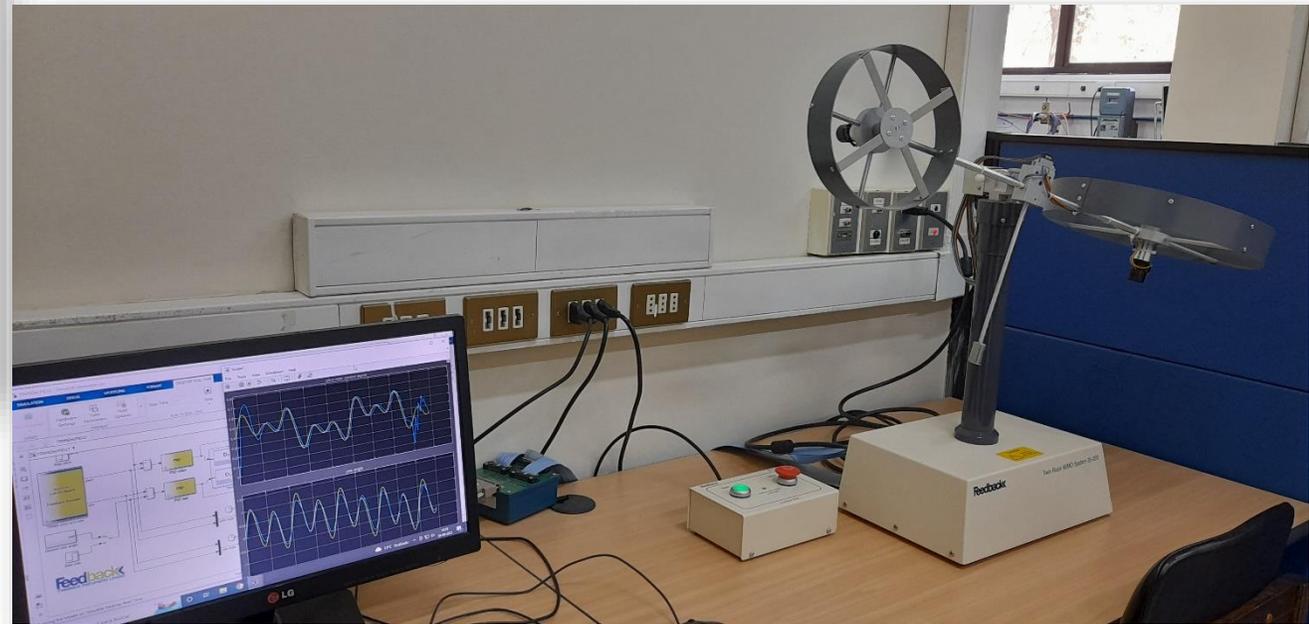
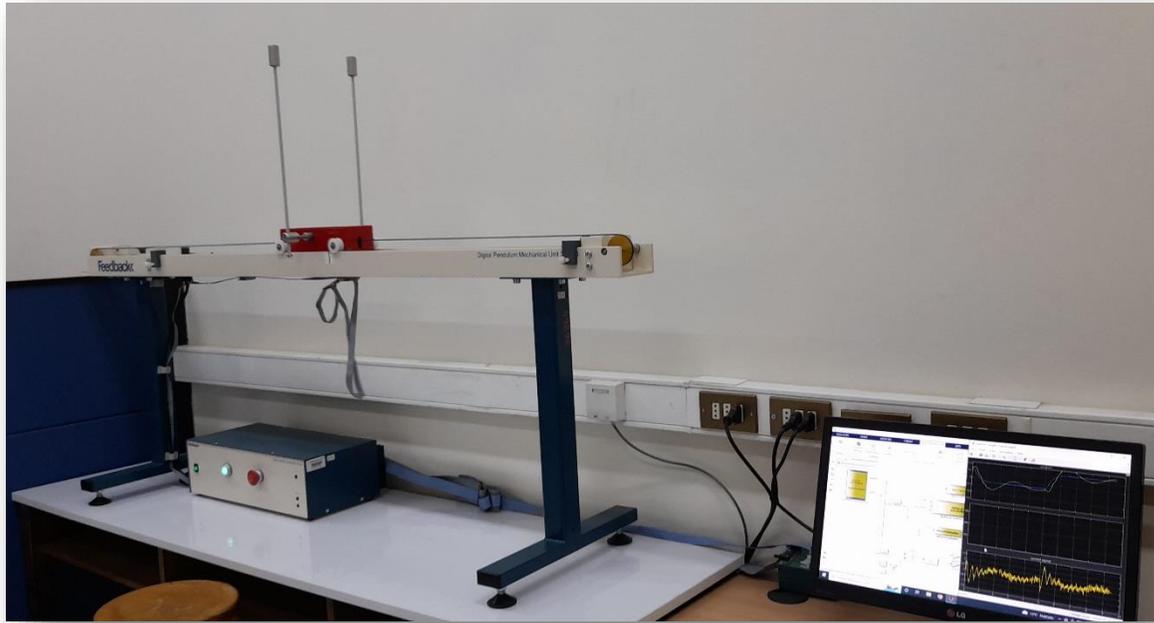
Sistema de Laboratorios Remotos UBB



Maquetas disponibles

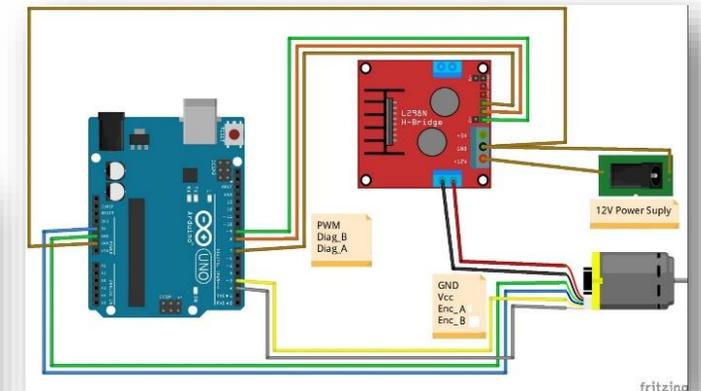
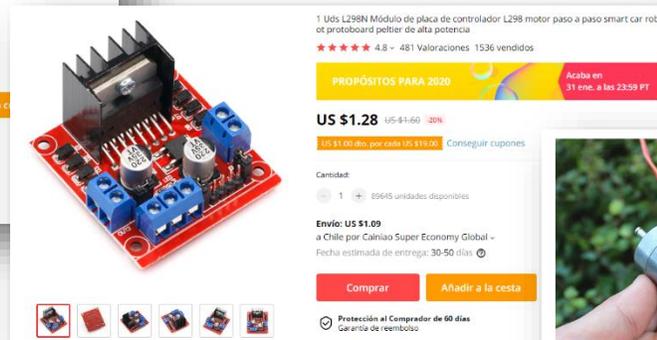


Maquetas disponibles



Maqueta Servo

Componentes básicos que permiten demostrar conceptos de programación, control, instrumentación...



menos de 15 USD!!!

Maqueta Servo

Software



sldrt.tlc
Simulink Desktop Real Time



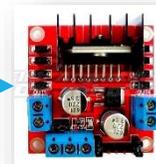
Supervisa y Controla

USB



Pasarela

PWM



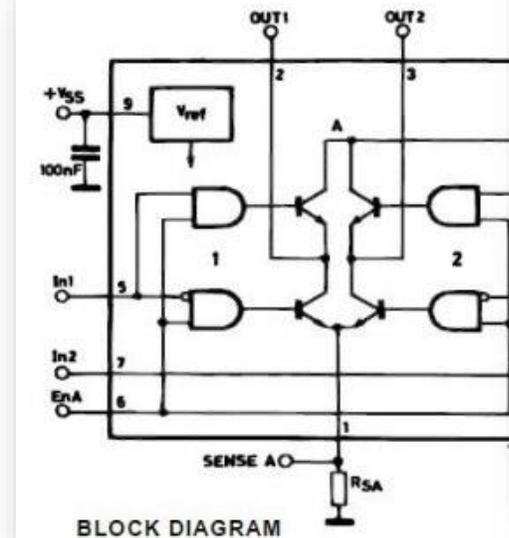
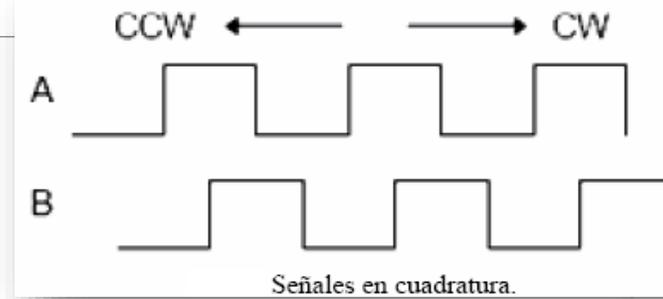
PWM



ENC A B

Maqueta Servo

- En términos de programación se pueden ver los conceptos de tipos de datos, conversión de tipo, manipulación de memoria, punteros...
- En términos de instrumentación se puede ver el funcionamiento de los encoders, la determinación de la velocidad, filtrado de la medición, aliasing, selección de frecuencia de muestreo...



```
void serialEvent()
{
  tpulsos = pulsos;
  Serial.readBytes(dirPWM,2);
  Serial.write(dirPulsos,4);
  torGo();

  motorGo()

  te pwm;
  (usPWM > 0)
  {
    digitalWrite(DIAG_A_PIN, LOW);
    digitalWrite(DIAG_B_PIN, HIGH);
  }
  else if(usPWM < 0)
  {
    digitalWrite(DIAG_A_PIN, HIGH);
    digitalWrite(DIAG_B_PIN, LOW);
  }
  else
  {
    digitalWrite(DIAG_A_PIN, LOW);
    digitalWrite(DIAG_B_PIN, LOW);
  }

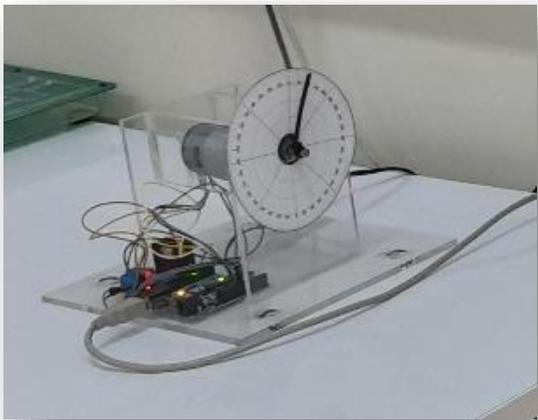
  pwm = (byte)abs(usPWM);
  analogWrite(PWM_PIN, pwm);
}
```

Maqueta Servo

- En términos de control se pueden ver métodos de síntesis de control basado en modelo para sistemas de primer orden y segundo orden tipo uno. Control de velocidad y posición, seguimiento de trayectoria, y mucho más...
- Se aprecian fenómenos como el windup y las oscilaciones por zona muerta...



Sistema de Laboratorios Remotos UBB



SLD WEB Martes 27 de Septiembre del 2022 6:29 PM ADM | Ernesto Rubio

- Inicio
- ▣ Mis prácticas
- 👤 Usuarios
- 📖 Teoría
- ⊙ Plataforma
- 📊 Estadísticas

Cerrar sesión

PRÁCTICAS DISPONIBLES

PRÁCTICAS CON EL SERVOMECANISMO

| N° | Práctica |
|----|---|
| 1 | Identificación por respuesta al paso |
| 2 | Ajuste de filtro |
| 3 | Control PV Cascada (SP: step & jtra) |
| 4 | Control de posición y velocidad con controlador definido por el usuario |
| 5 | Control de velocidad con PID real y Filtro |
| 6 | Control de posición con PID real y Filtro |

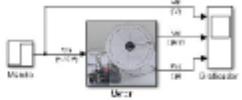
Prácticas Paramétricas

Martes, 27 de Septiembre del 2022 2:30 AM

Cerrar sesión

IDENTIFICACIÓN AL PASO DE LA DINÁMICA DE UN MOTOR

A continuación se muestra el esquema empleado para la identificación al paso de la dinámica de un motor en lazo abierto.



Se puede modificar el período de muestreo, el tiempo de experimentación, y el voltaje inicial y final del paso al como el instante en que ocurre.

HAY ESTACIONES LIBRES PARA EJECUTAR ESTA PRÁCTICA DE FORMA REAL.

PARÁMETROS PARA EL EXPERIMENTO:

T_m :

T_e :

T_p :

V_i :

V_f :

Ejecutar

SIMBOLOGÍA:

T_m : Período de muestreo (Δt) ($\Delta t = T_m \cdot f_s$)

T_e : Tiempo de experimentación ($T = T_e \cdot f_s$)

T_p : Instante en que ocurre el paso ($T_p(t) = T_e$)

V_i : Voltaje inicial del paso ($= 0V$)

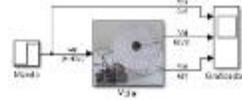
V_f : Voltaje final del paso ($= 5V$)

Cerrar sesión

PRÁCTICA REAL DE IDENTIFICACIÓN AL PASO

Apoyos Real

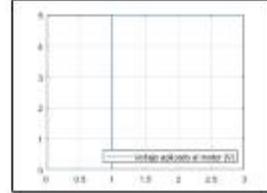
ESQUEMA PARA LA IDENTIFICACIÓN AL PASO EN LAZO ABIERTO



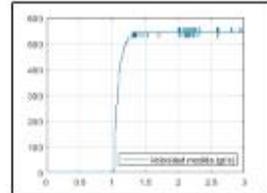
DATOS DE LA PRÁCTICA

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Período de muestreo | 0.0500 |
| Tiempo de experimentación | 3.0000 |
| Instante del paso | 1.0000 |
| Voltaje inicial del paso | 0.0000 |
| Voltaje final del paso | 5.0000 |
| Descargar Fichero de Visualización | Descargar fichero |

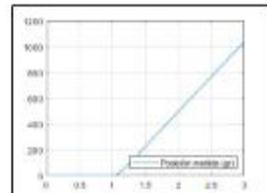
MANDO (V)



VELOCIDAD (RPM)



POSICIÓN (GR)



Descargar Fichero de visualización

Prácticas con Control Propio

SLD WEB Martes 27 de Septiembre del 2022 2:30 AM

CONTROL DE VELOCIDAD Y POSICIÓN

A continuación se muestra el esquema que se ejecutará para la realización de esta experiencia:

En esta práctica usted podrá diseñar la estrategia de control y poner la referencia deseada. Para ello dispone de la medición de la velocidad y la posición así como la salida de control. Para evaluar el algoritmo y los resultados puede mostrar los valores que desea mediante tres graficadores auxiliares. Puede poner un tiempo de ejecución de hasta 60 segundos y el período de muestreo en el rango de 0.001 s a 1 s.

Descargue el modelo virtual de la planta, programe el Controlador y cargue el modelo modificado. Luego debe subirlo a la plataforma pulsando **Ejecutar** y guardando **Ejecutar** obtendrá el comportamiento del sistema real.

Opcionalmente puede subir un **mat** en el que puede ir, por ejemplo, la referencia a otro constante que se ejecutará en el bloque Controlador. La referencia puede generarla, guardarla en el **mat** y dentro del bloque controlador, cargarla con un **FromWorkspace**.

Importante:

1. Si el modelo que se descarga es un **mat Simulink Versión 8.5 (R2015a)** si usted utiliza una versión inferior, puede que no le sea compatible.
2. Solo debe modificar el interior del subistema "Controlador" sin alterar su nombre ni sus conexiones de estado y salida.
3. Si el modelo que se envía tiene que ser un **mat Simulink Versión 10.5 (R2022a)** o inferior. Si usted utiliza una versión superior deberá con la opción **Support Model to Previous Version**.

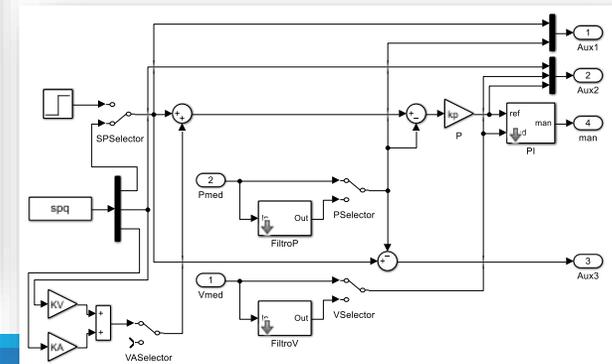
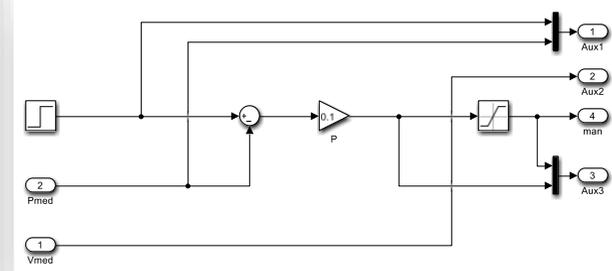
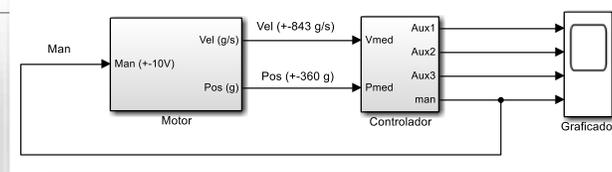
La duración del ensayo dependerá del tiempo de ejecución ajustado en el modelo de Simulink. En estos momentos hay 11 estaciones que pueden ejecutar esta práctica.

HAY ESTACIONES LIBRES PARA EJECUTAR ESTA PRÁCTICA DE FORMA REAL.

DESCARGAR EL FICHERO MDL:

FICHERO SIMULINK EN MDL:

FICHERO MAT (OPCIONAL):



SLD WEB

- Inicio
- Mis prácticas
- Usuarios
- Teoría
- Plataforma
- Estadísticas

| | |
|--|----------------------------------|
| Descargar Fichero de Vectores: Comando: load -ascii CS_Cr Vectores: Tim, AUX1, AUX2, AUX3, Man | <input type="button" value="↓"/> |
| Descargar modelo enviado | <input type="button" value="↓"/> |
| Descargar .mat enviado | <input type="button" value="↓"/> |

Gráfico AUX1

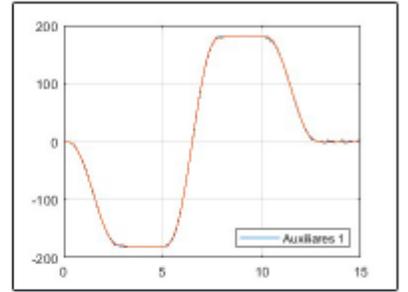


Gráfico AUX2

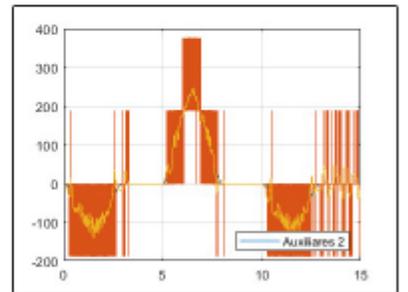
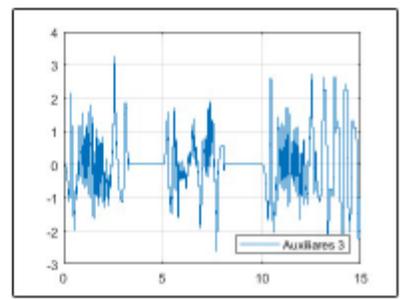


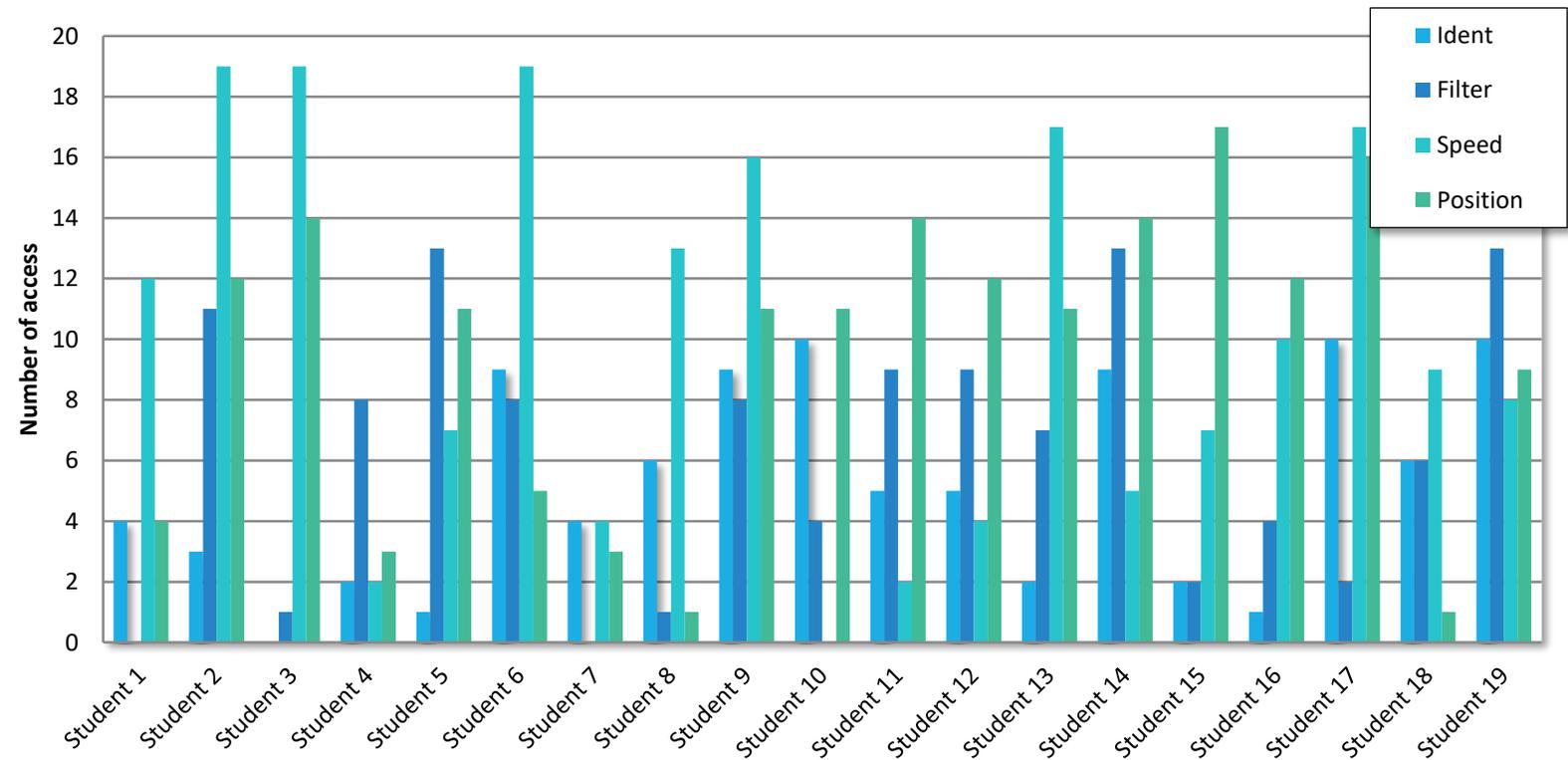
Gráfico AUX3



Aplicación en Curso Control por Computador

Accesos por estudiante a cada práctica:

- 4 prácticas de 1min
- 30 estudiantes trabajando en pareja
- 588 accesos
- 10h total de uso



Conclusiones

Se constata un elevado nivel de acceso a la maqueta, a través del Sistema de laboratorios a Distancia, para la realización de las prácticas.

Las encuestas estudiantiles demuestran una elevada satisfacción con la metodología de impartir los contenidos y reafirmarlos mediante la ejecución de experiencias remotas, no obstante, piden más variedad de actividades prácticas.

Se percibe que el aprendizaje mediante los ensayos con equipamiento real fue muy útil, que mejora las habilidades y conocimientos, y especialmente que aumenta la motivación.