
Docencia y evaluación automática mediante simuladores industriales 3D



Adolfo J. Sánchez del Pozo, Juan Manuel Escaño

David Muñoz de la Peña, Fabio Gómez-Estern

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de
Sevilla

Laboratorios de automatización



Laboratorios virtuales

- Automation Training With ITS PLC
– <http://www.realgames.pt/>



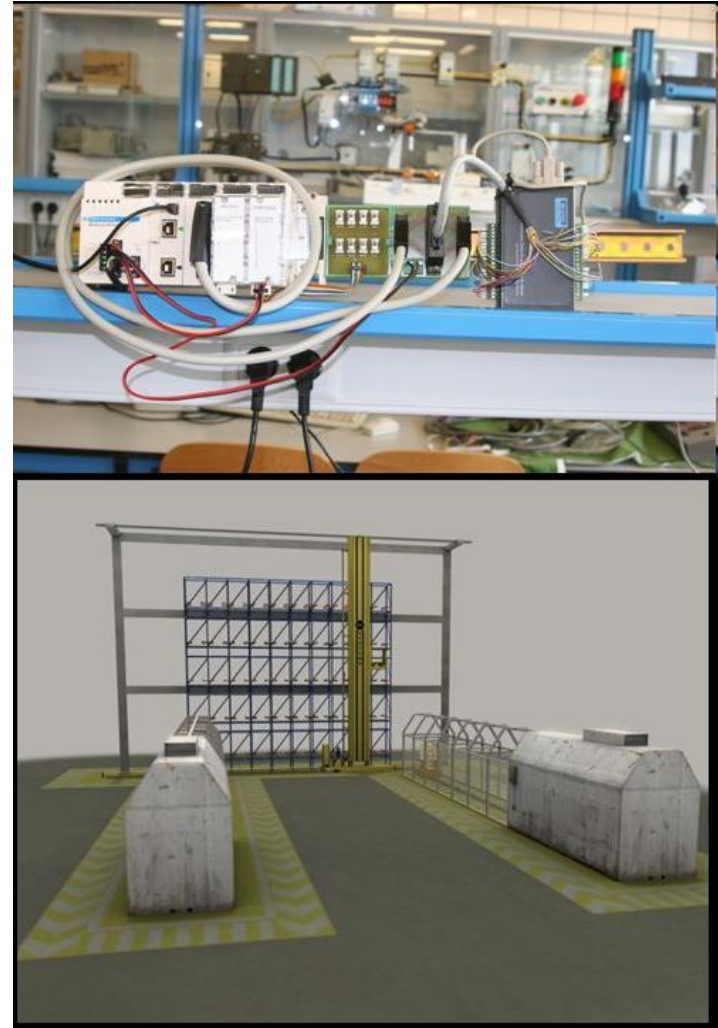
ITS PLC®
INTERACTIVE TRAINING SYSTEM FOR PLC



LET'S PLAY AUTOMATION

Laboratorios virtuales

- **Conexión de M340 a ITS PLC**
 - Tarjeta de E/S USB
 - Licencia mediante llave USB
 - 9 puestos en el laboratorio de robótica y automatización
 - M340 conexasiónado físico
 - 5 plantas
 - Sorting
 - Batching
 - Palletizer
 - Pick & Place
 - Automatic Warehouse



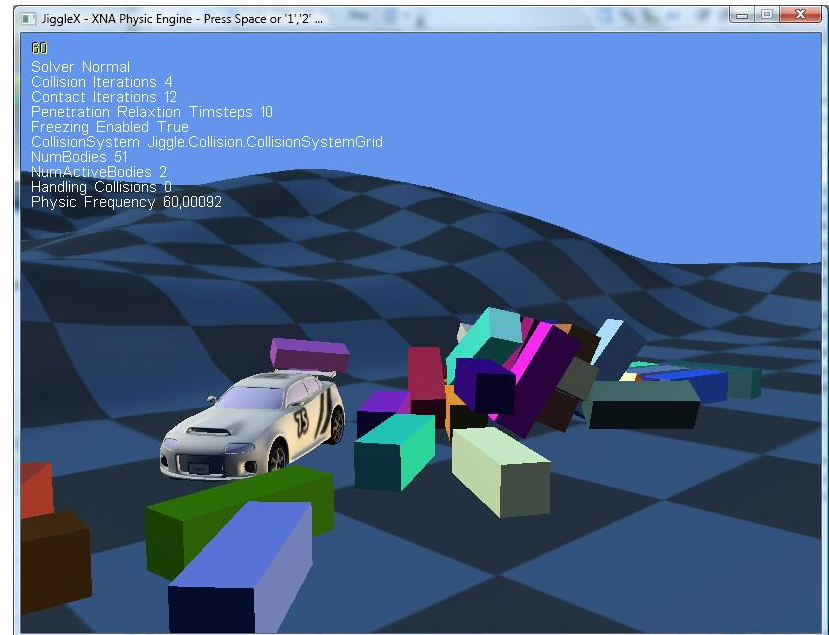
Laboratorios virtuales

- **Diseño de un software propio**
 - Motores 3D, motor físico, generador de colisiones
 - Software libre
- **Objetivos**
 - Posibilidad de diseño de nuevas plantas
 - Posibilidad de control a partir de simuladores de PLC
 - Unity
 - Concept
 - CoDeSys
 - Trabajo del alumno fuera del laboratorio
 - Distribución del software con licencia libre/prueba

Adolfo J. Sánchez del Pozo, Juan Manuel Escaño

Elementos fundamentales

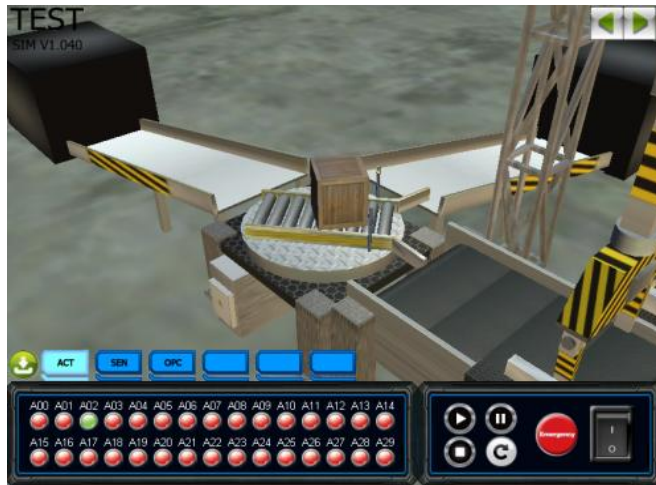
- **C#**
- **XNA Game Studio 3.1**
 - Conjunto de herramientas de desarrollo de juegos de Xbox 360 proporcionado por Microsoft
- **JigLibX**
 - Motor Físico libre, gratuito y opensource
- **Cliente OPC C#**
 - Librería gratuita



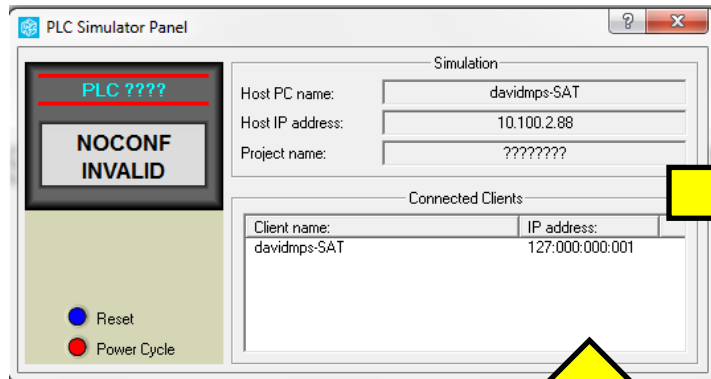
Simulador 3D



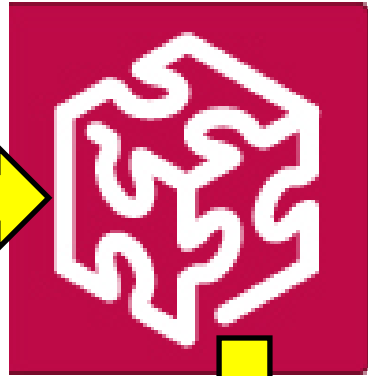
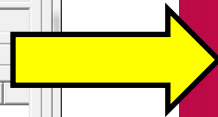
Simulador 3D



Control con Unity Pro XL



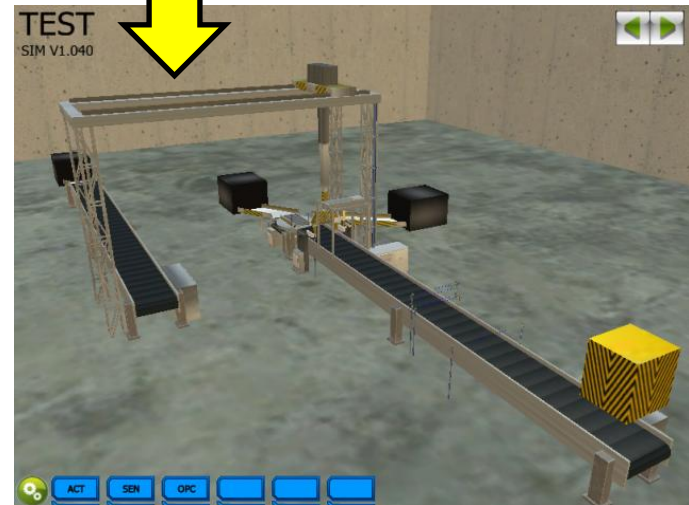
Simulador M340



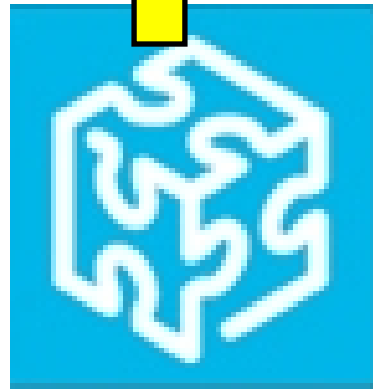
OPC Factory Server 3.31
Demo 72h.



Comunicación OPC



Unity Pro 6.0
Release University Training



Unity Pro

Control con Unity Pro XL

GUIA DE USUARIO

**PLATAFORMA 3D PARA LA SIMULACIÓN
DE ENTORNOS INDUSTRIALES
VERSION EN PRUEBAS**

Adolfo Juan Sánchez del Pozo Fernández

Juan Manuel Escaño González

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

19 de Marzo de 2012

Programas necesarios:

XNAredist.msi

OFS v3.31

NetFramwork 1.1

Sim3DAC

Unity Pro XL

Automatismos y Control Distribuido

Prácticas en aulas
35 alumnos

Proyecto de curso
16 grupos

Trabajo en casa



Automatismos y Control Distribuido

| Valoración 5 muy buena, 1 muy mala | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|--|----|----|----|----|----|
| Valoración de la utilidad de las prácticas utilizando el simulador de M340. | 53 | 15 | 15 | 7 | 7 |
| Valoración de la utilidad del proyecto realizado con el simulador 3D. | 38 | 30 | 15 | 7 | 7 |
| Valoración de la facilidad de uso del simulador 3D de la planta de clasificación de cajas. | 15 | 15 | 23 | 15 | 30 |
| Valoración: La carga de trabajo de la asignatura es apropiada. | 23 | 38 | 23 | 7 | 7 |
| El material de proporcionado (apuntes, guías, programas) es apropiado. | 15 | 38 | 30 | 7 | 7 |
| Valoración en general las competencias y conocimientos aprendidos en esta asignatura. | 53 | 23 | 7 | 0 | 15 |

Tabla 1: Resultados de la encuesta a los alumnos

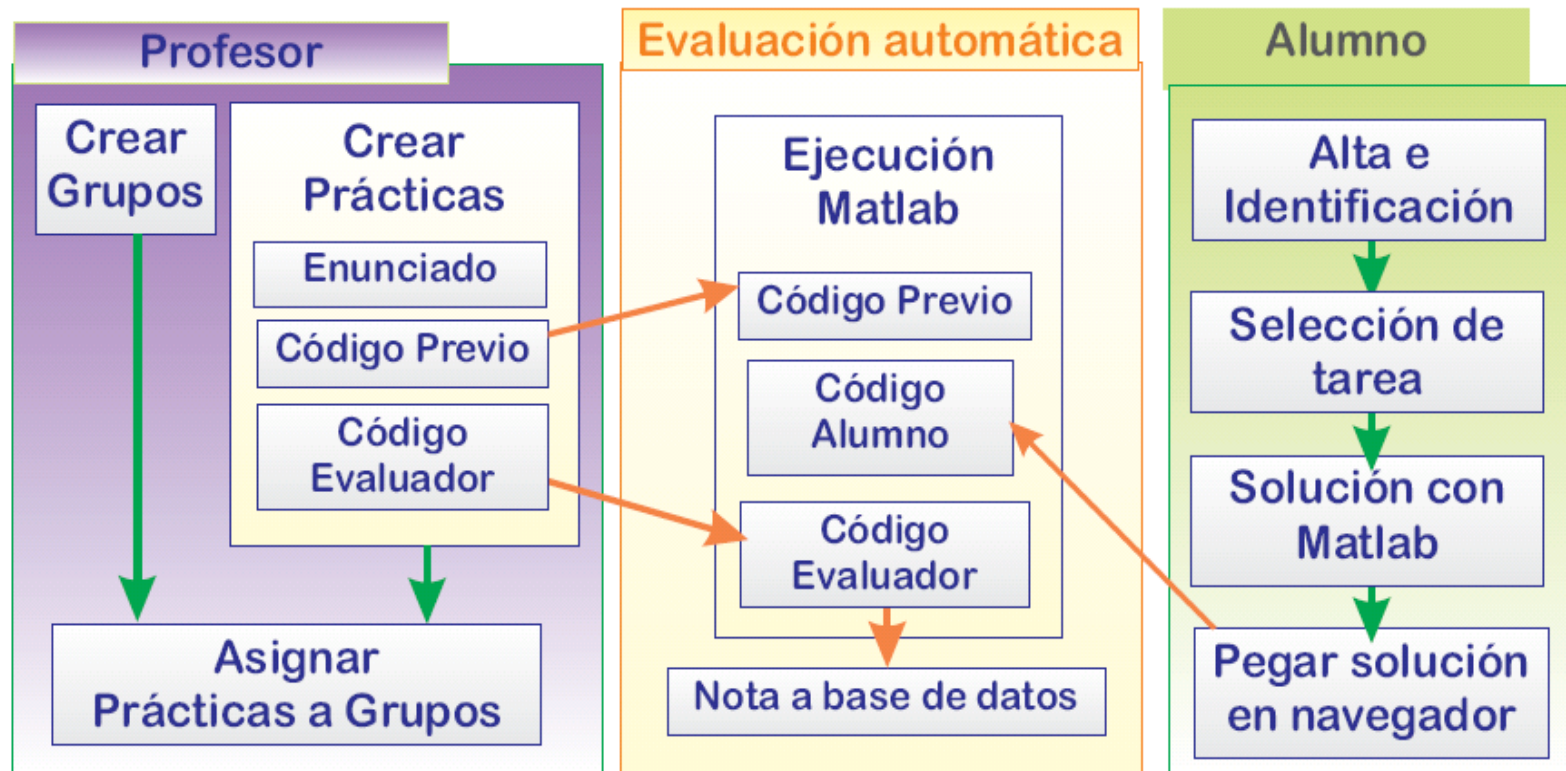
Automatismos y Control Distribuido

- *"Una de las mejores asignaturas que puedas elegir en la carrera sobre todo por la buena organización, apoyo y dedicación de los profesores que la imparten, que debería servir de ejemplo para otras asignaturas de la carrera."*
- *"Una asignatura muy práctica y amena, aunque con demasiado trabajo para ser optativa."*
- *"Las prácticas con las maquetas en el laboratorio la pena que fuesen tan poco tiempo. Una menos de Concept y alguna más de maquetas. De las primeras practicas de Concept se podría unir dos de ellas en una para así ganar tiempo para el laboratorio."*
- *"No se puede perder más tiempo en instalar y configurar las herramientas software que en aprender y entender la materia de la asignatura."*

Google GMS

- Herramienta de recogida, almacenamiento y evaluación de ejercicios
 - La primera versión fue desarrollada en 2007
- Evaluación automática basada en un modelo de caja negra en la que la respuesta del alumno se interpreta como código
 - Ejercicios personalizados para cada alumno con soluciones basadas en complejos cálculos matemáticos
 - Simulaciones usando Matlab, Simulink y EJS
 - Ejercicios de programación en varios lenguajes
 - Matlab, C, Java

Evaluación basada en caja negra



Comportamiento

- Los sistemas industriales automatizados se caracterizan por un comportamiento discreto en el tiempo. Son sistemas de eventos discretos.
- Eventos:
 - Llegada de una unidad de procesamiento al sistema
 - Entrada de una pieza en una máquina de mecanizado
 - Salida de una pieza procesada del sistema

Comportamiento

- **Los eventos tienen atributos:**
 - Tiempo en el que tuvo lugar
 - Tipo de pieza sobre el que sucedió
 - Lugar donde sucedió
- **La calidad de un sistema de automatización industrial puede ser evaluada a partir de un informe de eventos**
 - La automatización afecta al rutado de las entidades
 - Una mejor automatización se caracteriza porque ciertos eventos se producen con más frecuencia

Evaluación del comportamiento

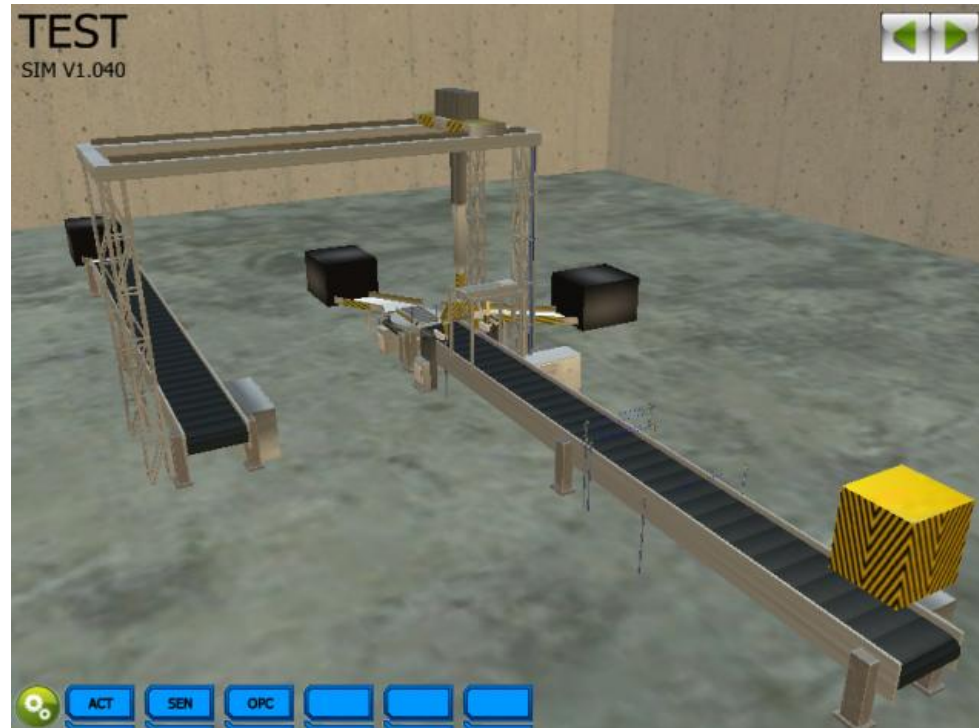
- **Pasos**

1. Simular planta y controlador durante T segundos
2. Generar informe de comportamiento
3. Evaluar informe de comportamiento

¿Cómo evaluar el comportamiento?

Evaluación de comportamiento

- Ejemplo: paralelismo en sistema sorting.
Parámetro a evaluar: **tasa de salida de piezas correctas**



Evaluación automática

- **Comunicación con Goodle GMS**
 - Fichero XML de eventos codificados
 - Cajas procesadas
 - Tiempos de eventos
 - Envío automático desde el Simulador 3D



Goodle GMS

Inicio

DNI:

Clave:

Recuérdame:

[Recuperar contraseña](#) | [Registrarse en el sistema](#)

© Ing. de Sistemas y Automática, Univ. Sevilla. | XHTML 1.0 Valid Version 1.0

Traducción de XML a código ejecutable

Informe de eventos en formato XML

```
<message>
<task>initparams</task>
<id>dni_alumno</id>
<*clave>cleave_alumno</*clave>
<grupo>grupo_del_alumno</*grupo>
<practica>id_de_la_practica</*practica>
<signature>firma_MD5</signature>
  <variables>
    <eventos>
      [2,1,3,4,1,9,0]
    </eventos>
    <tiempos>
      [0.13,2.34,2.81,3.70,4.16,5.81,6.09]
    </tiempos>
    <posiciones>
      [1,2,1,2,1,1,1]
    </posiciones>
  </variables>
</message>
```

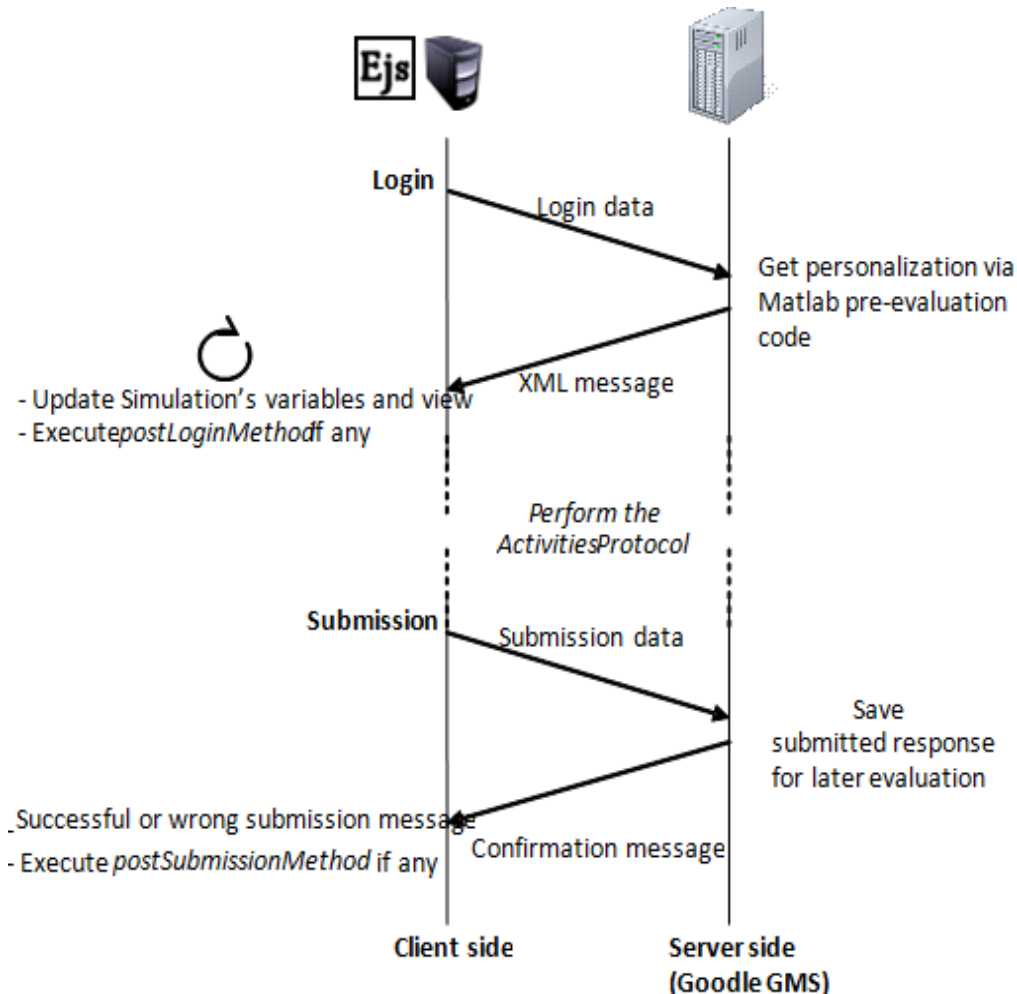
Traducción a Matlab (en servidor Google)

```
eventos=[2,1,3,4,1,9,0];
tiempos[0.13,2.34,2.81,3.70,4.16,5.81,6.09];
posiciones[1,2,1,2,1,1,1]
;
```

... a continuación se ejecuta el código del evaluador diseñado por el profesor, y se calcula la nota.

La nota se compara con el resto de la clase, y se calcula la posición relativa del alumno.

Transmisión del informe



1. El alumno lanza la simulación con el controlador
2. Al terminar la simulación, se genera el informe de eventos en el simulador
3. El alumno rellena en el simulador la información de login de Google GMS para el envío de la práctica. La información de login también incluye el identificador de la práctica
4. El informe de eventos, en formato XML, se envía al servidor con la información de login y el ID de la práctica.
5. El servidor identifica al alumno y la práctica
6. Si el login es correcto, el informe de eventos se convierte en código Matlab y se almacena en la base de datos
7. Más tarde, el profesor lanza una evaluación automática ejecutando el código del alumno fusionado con el evaluador y calcula una nota.
8. Opcionalmente, la nota se compara con el resto de la clase y se recalcula basada en un ranking

Fin

