

# Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

## C

Lenguajes de Simulación  
Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

---

### Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

Caracterización del Problema

- Dentro de una línea de producción, se desea analizar el funcionamiento individual de un dispositivo:
  - Sus tiempos de proceso siguen una distribución **normal**  $N(3.2, 0.6)$
  - Las unidades de producción llegan de acuerdo a una distribución **exponencial**:  $E(4.5)$
- Objetivos:
  - ¿Qué porcentaje de unidades de producción han sido procesadas en un tiempo mayor al límite superior?
- Tiempo máximo  $> 7$

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

---

### Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

Construcción del Modelo de Simulación

- **Entidades**: elementos que entran al sistema, son procesados y salen de él.
- **Recursos**: elementos utilizados para diferentes propósitos dentro del sistema.
- **Colas**: elementos de acumulación de entidades a la espera de ser procesadas por los recursos.
- **Decisión**: establece las reglas de decisión.

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

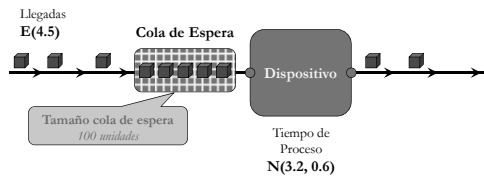
---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

### Construcción del Modelo de Simulación



Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

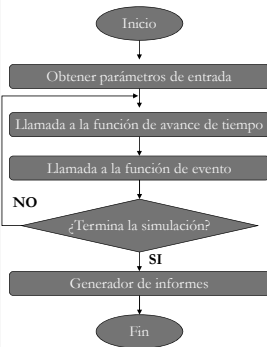
---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

### Programando la Simulación



### ■ Programando la Simulación...

- Definición de los valores de variables y parámetros:
  - Generadores de variables aleatorias.
  - Función de inicialización.
- Ejecución de la simulación:
  - Función de planificación.
  - Función de avance de tiempo.
  - Funciones de eventos.
- Programa principal.
- Evaluación de los resultados:
  - Generador de informes.
- Validación.
- ¿Nueva Experimentación?

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

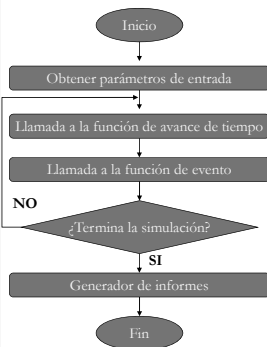
---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

### Programando la Simulación



```

main(){
  unsigned int seed = 13;
  srand(seed);
  initialize();
  while (unitsTotal < UNITS){
    time_advance();
    switch(nextEvent){
      case 0:
        llegada( );
        break;
      case 1:
        salida( );
        break;
    }
  }
  rptgen( );
}
    
```

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

Programando la Simulación: Inicio



### ■ Constantes

```
#define NORMAL_MEAN 3.2
#define NORMAL_DESV 0.6
#define EXPONENTIAL_MEAN 4.5

#define QUEUE_SIZE 100
#define UNITS 1000
#define MAX_TIME 7
#define EVENT_TYPES 2
#define NO_EVENT 1000000
```

### ■ Variables Globales

```
float simulationTime;
float busyTime;
float responseTime;
float lastEventTime;
float queue[QUEUE_SIZE];
float events[EVENT_TYPES];

int nextEvent;
int unitsInQueue;
int unitsTotal;
int unitsInMaxTime;
int maxQueueOccupation;
bool busyDevice;
```

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

Programando la Simulación: Obtener Parámetros de Entrada



\*Generación variables aleatorias.  
\*Función de inicialización

```
float exponential(float fmean)
{
    float r;
    r=1.*random()/RAND_MAX;
    return -fmean*log(r);
}

float normal(float mean, float sigma)
{
    double rone, rtwo, zone;
    rone=1.*random()/RAND_MAX;
    rtwo=1.*random()/RAND_MAX;
    zone=sqrt(-2*log(rone))*sin(2*M_PI*rtwo);
    return (float) zone*sigma+mean;
}
```

```
void initialize()
{
    simulationTime = 0;
    busyDevice = false;
    lastEventTime = 0;

    busyTime = 0;
    responseTime = 0;
    unitsInQueue = 0;
    maxQueueOccupation = 0;
    unitsTotal = 0;
    unitsInMaxTime = 0;

    events[0] = simulationTime +
        exponential(EXPONENTIAL_MEAN);
    events[1] = NO_EVENT;
}
```

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

Programando la Simulación



Llamada a la función de avance de tiempo

```
void time_advance()
{
    nextEvent = 0;
    float fmin = events[nextEvent];

    for(int i = 1; i < EVENT_TYPES; i++){
        if (events[i] < fmin) {
            fmin = events[i];
            nextEvent = i;
        }
    }

    simulationTime = events[nextEvent];
}
```

Planifica el siguiente evento, comprobando si es de llegada o de salida. Se selecciona.

Se actualiza el tiempo de simulación al del siguiente evento planificado.

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

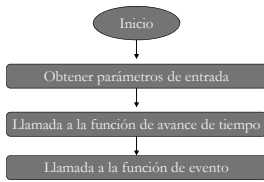
---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

### Programando la Simulación



```

void llegada() {
    if (!busyDevice)
    {
        busyDevice = true;
        queue[0] = simulationTime;

        events[1] = simulationTime +
            normal(NORMAL_MEAN, NORMAL_DESV);
        lastEventTime = simulationTime;
    }
}

else
{
    unitsInQueue++;

    if (unitsInQueue > QUEUE_SIZE){
        printf("DESBORDAMIENTO_ \n");
        exit(0);
    }
    else
    {
        if (unitsInQueue > maxQueueOccupation)
            maxQueueOccupation = unitsInQueue;

        queue[unitsInQueue] = simulationTime;

        busyTime= busyTime +
            simulationTime - lastEventTime;
        lastEventTime = simulationTime;
    }
}

events[0] = simulationTime +
    exponential(EXPONENTIAL_MEAN);
}
    
```

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

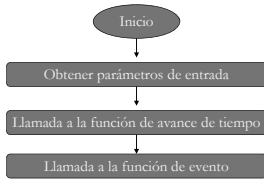
---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

### Programando la Simulación



```

void salida() {
    busyTime = busyTime +
        simulationTime - lastEventTime;
    float rt = simulationTime - queue[0];

    responseTime = responseTime + rt;
    unitsTotal++;

    if (rt > MAX_TIME)
        unitsInMaxTime++;

    if (unitsInQueue == 0){
        busyDevice = false;
        events[1] = NO_EVENT;
    }else{
        for(int i=0; i<unitsInQueue; i++)
            queue[i] = queue[i+1];

        unitsInQueue=unitsInQueue-1;

        events[1] = simulationTime +
            normal(NORMAL_MEAN, NORMAL_DESV);

        lastEventTime = simulationTime;
    }
}
    
```

---

---

---

---

---

---

---

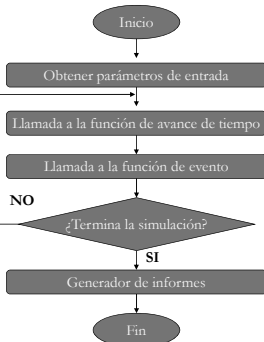
---

---

---

## Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

### Programando la Simulación



```

void rptgen() {
    float rho = busyTime/simulationTime;
    float avgr = responseTime/unitsTotal;
    float pc = (100*unitsInMaxTime)/unitsTotal;

    printf("SIMULACION _ \n");
    printf("Tiempo medio entre llegadas: %4.2f\n",
        EXPONENTIAL_MEAN);
    printf("Tiempo medio de servicio: %4.2f\n",
        NORMAL_MEAN);
    printf("Desviacion de los tiempos de\n",
        servicio: %4.2f min.\n", NORMAL_DESV);
    printf("Numero de clientes atendidos %4d\n",
        UNITS);
    printf("Utilizacion del servidor %4.2f\n",
        rho);
    printf("Maximo tamaño de la cola %4d\n",
        maxQueueOccupation);
    printf("Tiempo de respuesta medio %4.2f\n",
        avgr);
    printf("Prop. clientes han pasado %4.2f o\n",
        más min.: %4.2f \n", MAX_TIME, pc);
    printf("Duracion de la simulacion: %7.2f\n",
        simulationTime);
}
    
```

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

Caracterización del Problema

- Tiempo medio entre llegadas: 4.50 minutos
- Tiempo medio de servicio: 3.20 minutos
- Desviación estándar de los tiempos de servicio: 0.60 minutos
  
- Número de clientes atendidos 1000
- Utilización del servidor 0.74
- Máximo tamaño de la cola 8 clientes
- Tiempo de respuesta medio **7.14**
- Proporción de clientes que han pasado 7.00 o más minutos dentro del sistema: **40.90 %**
- Duración de la simulación: 4299.29 minutos

Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

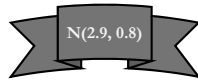
---

---

### Simulación con Lenguajes de Alto Nivel

Caracterización del Problema

- Tiempo medio entre llegadas: 4.50 minutos
- Tiempo medio de servicio: 2.90 minutos
- Desviación estándar de los tiempos de servicio: 0.80 minutos
  
- Numero de clientes atendidos 1000
- Utilización del servidor 0.63
- Máximo tamaño de la cola 6 clientes
- Tiempo de respuesta medio **5.67**
- Proporción de clientes que han pasado 7.00 o más minutos dentro del sistema: **27.50 %**
- Duración de la simulación: 4523.35 minutos



Lenguajes de Simulación - Curso 2009/2010

---

---

---

---

---

---

---

---