

# Universidad Politecnica Salesiana

## Sympy parte 1

Marcela Zhagui

## Entornos de soporte al desarrollo de simulaciones: SymPy - Parte 1

```
In [17]: import sympy
import random
import matplotlib.pyplot as pp

%matplotlib inline
```

### Práctica - SimPy

- Investigar el proceso de atención de un paciente diagnosticado con COVID-19, además de tiempos de atención, recursos necesarios y tipos de pacientes.
- Investigar en cada una de las provincias asignadas el número de hospitales, camas, respiradores y personal médico, limpieza y enfermería.
- Finalmente el costo de atender a un paciente con COVID-19 y medicamentos.

```

In [48]: # NUM HOSPITALES
NUM_HOSPITALES = 2
#Numero de camas
NUM_CAMAS=412;
# maximo de pacientes por dia
MAX_PACIENTES = 465
# Tiempo que tarda en atenderse un paciente (minutos)
TIEMPO_ATENCION = 15
# Intervalo de tiempo en que llegan pacientes(minutos)
INTERVALO_LLEGADA = 5
# Tiempo de simulación
TIEMPO_SIMULACION = 200

#DICIONARIOS
tiempo={}
Pacientes_llegan={}
Pno={}

class Hospital(object):

    def __init__(self, environment, num_hospitales, tiempo_atencion, camas):
        # Guardamos como variable el entorno de ejecucion
        self.env=environment
        # Creamos el recurso que representa los consultorios
        self.consultorios = simpy.Resource(environment, num_hospitales)

        self.camas = simpy.Resource(environment, camas)
        # Variable para el tiempo de atencion
        self.tiempo_atencion = tiempo_atencion

    def atencion(self, paciente):
        yield self.env.timeout(random.randint(TIEMPO_ATENCION-2, TIEMPO_ATENCION+2))
        print(chr(27)+"[0;30m"+paciente, ' Atendido')

    def zona_aislamiento(self, paciente):
        t=random.randint(5, 20)
        rnd = random.randint(1,100)
        #8% de probabilidad de fallecer
        #92% de probabilidad de cura
        if rnd <= 90:
            yield self.env.timeout(t)
            print(chr(27)+"[0;33m"+'El ',paciente, 'Termina la Hospitalizacion en', t , ' Dias')
        else:
            yield self.env.timeout(t)
            print(chr(27)+"[1;30m"+'El ', paciente, 'Fallece a', t , ' Dias de Hospitalizacion')

        tiempo[paciente]=t

    def llegada_paciente(env, nombre, hospital):
        # Usamos el reloj de la simulacion (env.now()) para indicar a la
        # hora que llega el paciente con el nombre pasado como parametro
        print(chr(27)+"[0;30m"+'Llega paciente: %s a la hora %.2f.' % (nombre, (env

```

```

v.now+420)/60))
    Pacientes_llegan[nombre]=((env.now+420)/60)

    # Especificamos que vamos a usar un recurso (Resource) que representa
    # el consultorio del Hospital
    with hospital.consultorios.request() as consultorio:
        yield consultorio
        # Indicamos que el paciente entra al consultorio
        print(chr(27)+"[0;30m" + 'Entra paciente a atender: %s a la hora %.2f' %
            (nombre, (env.now+420)/60))

        # se realiza el test de covid_19

        rnd = random.randint(1,100)
        if rnd <= 59: # sanos 59% infectados 41%
            yield env.process(hospital.atencion(nombre))
            print(chr(27)+"[0;32m" + 'Paciente Sano [%s] Atendido a las %.2f.' %
                (nombre, (env.now+420)/60), "Casa")
            tiempo[nombre]=((env.now+420)/60)

        else:
            yield env.process(hospital.atencion(nombre))
            print(chr(27)+"[0;31m" + 'Paciente Infectado [%s] Atendido a las %.2f.' %
                (nombre, (env.now+420)/60), "Internado")
            with hospital.camas.request() as cama:
                # Ocupamos el consultorio
                yield cama
                # Indicamos que paciente entra al consultorio
                print('se le asigna a una cama: %s a la hora %.2f.' % (nombre,
                    (env.now+420)/60))
                yield env.process(hospital.zona_aislamiento(nombre))

def ejecutar(env, num_hospitales, tiempo_atencion, intervalo,camas):
    hospital=Hospital(env, num_hospitales, tiempo_atencion, camas)
    # Creamos 5 llegadas de pacientes iniciales
    for i in range(5):
        env.process(llegada_paciente(env, 'Paciente-%d'%(i+1),hospital))

    # Ejecutamos la simulacion
    while True:
        yield env.timeout(random.randint(intervalo-3, intervalo+3))
        i+=1
        # Mientras se atienden los pacientes generamos mas pacientes
        env.process(llegada_paciente(env, 'Paciente-%d'%(i+1),hospital))

    print('Hospital')
    # Creamos el entorno de simulacion
    env=simpy.Environment()
    env.process(ejecutar_simulacion(env, NUM_HOSPITALES, TIEMPO_ATENCION, INTERVALO_LLEGADA, NUM_CAMAS))

    # Ejecutamos el proceso durante el tiempo de simulacion
    env.run(until = TIEMPO_SIMULACION)
    print("\n")
    print(chr(27)+"[0;34m" + "Numero de pacientes :",len(Pacientes_llegan))
    print(chr(27)+"[0;34m" + "Numero de pacientes Atendidos:",len(tiempo))

```

```
print(chr(27)+"[0;34m"+"Numero de pacientes se quedaron sin atender y fallecie  
ron:",len(Pacientes_llegan)-len(tiempo))
```

## Hospital

Llega paciente: Paciente-1 a la hora 7.00.  
Llega paciente: Paciente-2 a la hora 7.00.  
Llega paciente: Paciente-3 a la hora 7.00.  
Llega paciente: Paciente-4 a la hora 7.00.  
Llega paciente: Paciente-5 a la hora 7.00.  
Entra paciente a atenderce: Paciente-1 a la hora 7.00.  
Entra paciente a atenderce: Paciente-2 a la hora 7.00.  
Llega paciente: Paciente-6 a la hora 7.07.  
Llega paciente: Paciente-7 a la hora 7.15.  
Paciente-1 Atendido  
Paciente-2 Atendido  
**Paciente Infectado [Paciente-1] Atendido a las 7.22. Internado**  
**Paciente Sano [Paciente-2] Atendido a las 7.22. Casa**  
**se le asigna a una cama: Paciente-1 a la hora 7.22.**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-3 a la hora 7.22.  
Llega paciente: Paciente-8 a la hora 7.25.  
Llega paciente: Paciente-9 a la hora 7.37.  
Llega paciente: Paciente-10 a la hora 7.42.  
Paciente-3 Atendido  
**Paciente Sano [Paciente-3] Atendido a las 7.47. Casa**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-4 a la hora 7.47.  
Llega paciente: Paciente-11 a la hora 7.53.  
**El Paciente-1 Termina la Hospitalizacion en 20 Dias**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-5 a la hora 7.55.  
Llega paciente: Paciente-12 a la hora 7.65.  
Paciente-4 Atendido  
**Paciente Sano [Paciente-4] Atendido a las 7.70. Casa**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-6 a la hora 7.70.  
Llega paciente: Paciente-13 a la hora 7.77.  
Paciente-5 Atendido  
**Paciente Sano [Paciente-5] Atendido a las 7.82. Casa**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-7 a la hora 7.82.  
Llega paciente: Paciente-14 a la hora 7.90.  
Llega paciente: Paciente-15 a la hora 7.95.  
Paciente-6 Atendido  
**Paciente Infectado [Paciente-6] Atendido a las 7.97. Internado**  
**se le asigna a una cama: Paciente-6 a la hora 7.97.**  
Llega paciente: Paciente-16 a la hora 8.07.  
Paciente-7 Atendido  
**Paciente Sano [Paciente-7] Atendido a las 8.08. Casa**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-8 a la hora 8.08.  
Llega paciente: Paciente-17 a la hora 8.10.  
Llega paciente: Paciente-18 a la hora 8.13.  
Llega paciente: Paciente-19 a la hora 8.27.  
**El Paciente-6 Fallece a 20 Dias de Hospitalizacion**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-9 a la hora 8.30.  
Llega paciente: Paciente-20 a la hora 8.33.  
Paciente-8 Atendido  
**Paciente Sano [Paciente-8] Atendido a las 8.35. Casa**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-10 a la hora 8.35.  
Llega paciente: Paciente-21 a la hora 8.47.  
Paciente-9 Atendido  
**Paciente Sano [Paciente-9] Atendido a las 8.52. Casa**  
Entra paciente a atenderce: Paciente-11 a la hora 8.52.  
Llega paciente: Paciente-22 a la hora 8.58.  
Paciente-10 Atendido

Paciente Infectado [Paciente-10] Atendido a las 8.62. Internado se le asigna a una cama: Paciente-10 a la hora 8.62.  
Llega paciente: Paciente-23 a la hora 8.70.  
Paciente-11 Atendido  
Llega paciente: Paciente-24 a la hora 8.75.  
Paciente Sano [Paciente-11] Atendido a las 8.75. Casa  
Entra paciente a atenderce: Paciente-12 a la hora 8.75.  
El Paciente-10 Termina la Hospitalizacion en 11 Dias  
Entra paciente a atenderce: Paciente-13 a la hora 8.80.  
Llega paciente: Paciente-25 a la hora 8.88.  
Paciente-12 Atendido  
Paciente Infectado [Paciente-12] Atendido a las 8.98. Internado se le asigna a una cama: Paciente-12 a la hora 8.98.  
Llega paciente: Paciente-26 a la hora 9.00.  
Paciente-13 Atendido  
Paciente Sano [Paciente-13] Atendido a las 9.03. Casa  
Entra paciente a atenderce: Paciente-14 a la hora 9.03.  
Llega paciente: Paciente-27 a la hora 9.08.  
Llega paciente: Paciente-28 a la hora 9.20.  
El Paciente-12 Termina la Hospitalizacion en 16 Dias  
Llega paciente: Paciente-29 a la hora 9.25.  
Entra paciente a atenderce: Paciente-15 a la hora 9.25.  
Paciente-14 Atendido  
Paciente Sano [Paciente-14] Atendido a las 9.28. Casa  
Entra paciente a atenderce: Paciente-16 a la hora 9.28.  
Llega paciente: Paciente-30 a la hora 9.37.  
Llega paciente: Paciente-31 a la hora 9.47.  
Paciente-15 Atendido  
Paciente Infectado [Paciente-15] Atendido a las 9.50. Internado se le asigna a una cama: Paciente-15 a la hora 9.50.  
Paciente-16 Atendido  
Llega paciente: Paciente-32 a la hora 9.55.  
Paciente Sano [Paciente-16] Atendido a las 9.55. Casa  
Entra paciente a atenderce: Paciente-17 a la hora 9.55.  
Llega paciente: Paciente-33 a la hora 9.58.  
Llega paciente: Paciente-34 a la hora 9.63.  
Llega paciente: Paciente-35 a la hora 9.73.  
El Paciente-15 Termina la Hospitalizacion en 17 Dias  
Entra paciente a atenderce: Paciente-18 a la hora 9.78.  
Paciente-17 Atendido  
Paciente Infectado [Paciente-17] Atendido a las 9.83. Internado se le asigna a una cama: Paciente-17 a la hora 9.83.  
Llega paciente: Paciente-36 a la hora 9.87.  
Llega paciente: Paciente-37 a la hora 9.92.  
Llega paciente: Paciente-38 a la hora 9.95.  
Llega paciente: Paciente-39 a la hora 10.03.  
Paciente-18 Atendido  
El Paciente-17 Termina la Hospitalizacion en 14 Dias  
Paciente Sano [Paciente-18] Atendido a las 10.07. Casa  
Entra paciente a atenderce: Paciente-19 a la hora 10.07.  
Entra paciente a atenderce: Paciente-20 a la hora 10.07.  
Llega paciente: Paciente-40 a la hora 10.10.  
Llega paciente: Paciente-41 a la hora 10.22.  
Paciente-19 Atendido  
Paciente-20 Atendido  
Paciente Infectado [Paciente-19] Atendido a las 10.28. Internado  
Paciente Sano [Paciente-20] Atendido a las 10.28. Casa

se le asigna a una cama: Paciente-19 a la hora 10.28.  
Entra paciente a atenderse: Paciente-21 a la hora 10.28.  
Llega paciente: Paciente-42 a la hora 10.32.

Numero de pacientes : 42  
Numero de pacientes Atendidos: 19  
Numero de pacientes se quedaron sin atender y fallecieron: 23

```
In [51]: datos=sorted(tiempo.items())
datos2=sorted(Pacientes_llegan.items())
x, y =zip(*datos)
x2, y2 =zip(*datos2)

fig = plt.figure(figsize=(20, 10))
ax = fig.add_subplot(111, axisbelow=True)

ax.plot(x2,y2,linewidth=2,color='red')
ax.scatter(x2,y2,color='g',label='Numero de pacientes ')

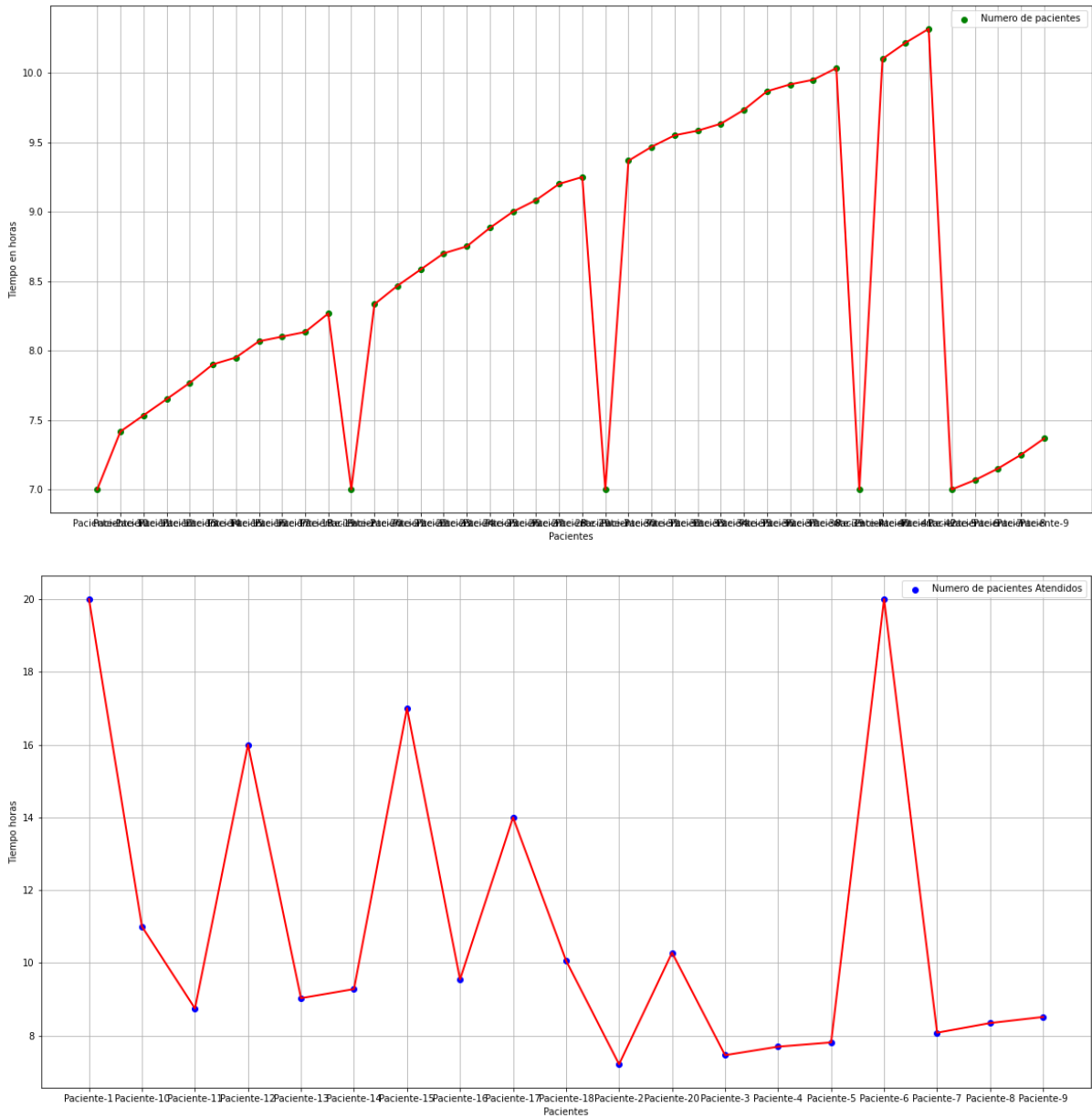
ax.set_xlabel('Pacientes')
ax.set_ylabel('Tiempo en horas')
legend = ax.legend()
ax.grid(True)

fig = plt.figure(figsize=(20, 10))
ax = fig.add_subplot(111, axisbelow=True)

ax.plot(x,y,linewidth=2,color='red')
ax.scatter(x,y,color='b',label='Numero de pacientes Atendidos')

ax.set_xlabel('Pacientes')
ax.set_ylabel('Tiempo horas')
legend = ax.legend()
ax.grid(True)
```





# Referencias

[1] Matloff, N. (2008). Introduction to Discrete-Event Simulation and the SimPy Language.

[2] Team Simpy (2017). SimPy Documentation, Release 3.0.10, 2017. URL:  
<https://media.readthedocs.org/pdf/simpy/latest/simpy.pdf>  
(<https://media.readthedocs.org/pdf/simpy/latest/simpy.pdf>)