	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 1 de 5
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL

UNIDAD ACADEMICA: Ingeniería de Sistemas

CURSO: Simulación Computacional

PRACTICA N° 01: Simulación *Ad Hoc*

1. OBJETIVOS

- Introducir a la simulación computacional con un caso específico (*ad hoc*) de ejemplo de simulación de un sistema de cola simple con un límite máximo del número de clientes atendidos.
- Generar variables aleatorias con dados o ruletas para los tiempos entre llegadas al sistema y tiempos de atención del servidor.
- Calcular diferentes medidas de desempeño.
- Repetir la simulación un número determinado de veces para calcular intervalos de confianza de las medidas de desempeño con diferente número de clientes atendidos.

2. CONSULTA PREVIA

- ¿Qué es una variable aleatoria?
- ¿En qué consiste la función de distribución de probabilidad uniforme discreta?
- ¿En que consiste un sistema de cola simple?
- ¿Qué es y cómo se calcula la media de la muestra (*sample mean*)?
- ¿Qué es y cómo se calcula la desviación estándar de la muestra (*sample standard deviation*)?
- ¿Qué es un intervalo de confianza?

3. FUNDAMENTO TEORICO

La fundamentación teórica y marco conceptual necesarios para el desarrollo de la práctica se encuentra en la presentación realizada en clase 2. *Principles of Simulation*, y en el Capítulo 1 (*Chapter 1*) del libro [Banks1998], en especial de la siguientes secciones:

1.2. *Definition of simulation*

1.11 *Experimentation and output analysis*

1.11.1 *Statistical Confidence and Run Length*

Presentación (Diapositivas):

- [2. Principles of Simulation](#)

Capítulo de libro:

- [Capítulo 1 \(Chapter 1\) del libro \[Banks1998\]](#)


4. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

Equipos	Materiales	Sustancias y/o Reactivos
Equipo de cómputo, computador personal, portátil o estación de trabajo, con acceso a Internet.	Capítulo 1 (Chapter 1) del libro [Banks1998] Archivo Excel en Google Drive (Google Sheets): <i>Ejemplo fila banco.xlsx</i>	N/A

ELABORADO POR:
Angel Alfonso Cruz Roa

CARGO:
Profesor Asistente

FECHA:
Mayo 11 de 2022

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 2 de 5
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL

	Google Colaboratory (Colab) URL: https://colab.research.google.com/ con acceso desde la cuenta institucional de Unillanos (usuario@unillanos.edu.co)	
--	--	--

5. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

5.1. GENERACIÓN DE VALORES ALEATORIOS


Descargue una copia del archivo de Google Sheets *Ejemplo fila banco.xlsx* y tomando como ejemplo la Tabla 1.1 (abajo) del Capítulo 1 (Chapter 1) de [Banks1998], pestaña “Ej Ad hoc Simulation” del archivo Excel, haga una simulación propia con la atención de 20 clientes.

Table 1.1. Ad Hoc Simulation.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Customer	Time Between Arrivals	Arrival Time	Service Time	Service Begins	Time Service Ends	Time in System	Idle Time	Time in Queue
1	-	0	2	0	2	2	0	0
2	5	5	2	5	7	2	3	0
3	1	6	6	7	13	7	0	1
4	10	16	5	16	21	5	3	0
5	6	22	6	22	28	6	1	0
6	2	24	4	28	32	8	0	4
7	9	33	3	33	36	3	1	0
8	1	34	4	36	40	6	0	2
9	10	44	1	44	45	1	4	0
10	3	47	3	47	50	3	2	0
11	5	52	1	52	53	1	2	0
12	2	54	2	54	56	2	1	0
13	3	57	3	57	60	3	1	0
14	5	62	6	62	68	6	2	0
15	4	66	2	68	70	4	0	2
16	3	69	6	70	76	7	0	1
17	7	76	4	76	80	4	0	0
18	8	84	5	84	89	5	4	0
19	7	91	3	91	94	3	2	0
20	7	98	1	98	99	1	4	0
						79	30	10

Para ello, remplace los valores de las variables aleatorias de los tiempos entre llegadas (time between arrival) de la columna 2 de la tabla y el tiempo de servicio (service time) de la columna 5 usando igual que en el ejemplo para los tiempos entre llegadas una distribución uniforme discreta entre 1 y 10 minutos (valores enteros) y para el tiempo de servicio una distribución uniforme discreta entre 1 y 6 (valores enteros), los cuales pueden ser obtenidos por Ud. a partir de dados o ruletas (spinner) manuales o en línea como los disponibles en las siguientes URLs:

ELABORADO POR: Angel Alfonso Cruz Roa	CARGO: Profesor Asistente	FECHA: Mayo 11 de 2022
---	-------------------------------------	----------------------------------

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 3 de 5
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL

- Ruletas: <https://www.visnos.com/demos/random-spinners>
- Ruletas: <https://www.online-stopwatch.com/random-name-pickers/name-picker-wheel/?r=dice>
- Dados: <https://www.google.com/search?q=Roll%20a%20die>
- Dados: <https://www.online-stopwatch.com/online-dice/>

Nota: Asegurese de usar un dado o ruleta independiente para cada generador de variables aleatorias, uno para los tiempos entre llegadas, y otro para el tiempo de servicio con el número correcto de valores de cada variable aleatoria.

Para su simulación generando los valores aleatorios de tiempo entre llegadas (columna 2) y tiempo de servicio (columna 5) puede usar la hoja “Ejemplo” del archivo Excel *Ejemplo fila banco.xlsx* para actualizar y presentar los valores de las demás columnas, la suma de tiempos totales de las columnas 7, 8 y 9.

5.2. CALCULAR LAS MEDIDAS DE DESEMPEÑO

Actualice y presente el calculo del valor de las medidas de desempeño de acuerdo con su simulación, la definición de cada medida de acuerdo con el Capítulo 1 de [Banks1998], o como en este caso esta en la formula programada en el archivo Excel.

- *Average time in system*
- *Percent idle time*
- *Average waiting time per customer*
- *Fraction having to wait*
- *Average waiting time of those who waited*

¿Qué puede interpretar de los resultados de cada una de las medidas de desempeño?

5.3. REPETIR LAS SIMULACIONES

Repetir lo realizado en los pasos anteriores (5.1. y 5.2.) diez (10) veces y reportar el resultado de las medidas de desempeño de cada corrida (Run) en la pestaña “10 runs” del archivo Excel.

¿Qué puede decir de los resultados obtenidos? ¿Qué similitudes o diferencias se presentan?


5.4. CALCULAR EL INTERVALO DE CONFIANZA DE LAS MEDIDAS DE DESEMPEÑO

De acuerdo con la subsección 1.11.1 y el ejemplo 2 del Capítulo 1 de [Banks1998], calcule para cada medida de desempeño:

- La media de la muestra (sample mean)
- La desviación estándar de la muestra (*sample standard deviation*)
- La media anchura (*half-width*)
- Los intervalos de confianza (*confidence intervals*) para 95% y 99% de confianza.

¿Qué puede decir de la media y la desviación estándar de la muestra para cada medida de desempeño?

¿Qué análisis puede realizar de los intervalos de confianza identificados para cada medida de desempeño para el 95% y 99% de confianza?

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112	
	PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 5
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016	
			VIGENCIA: 2016	

LABORATORIO DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL

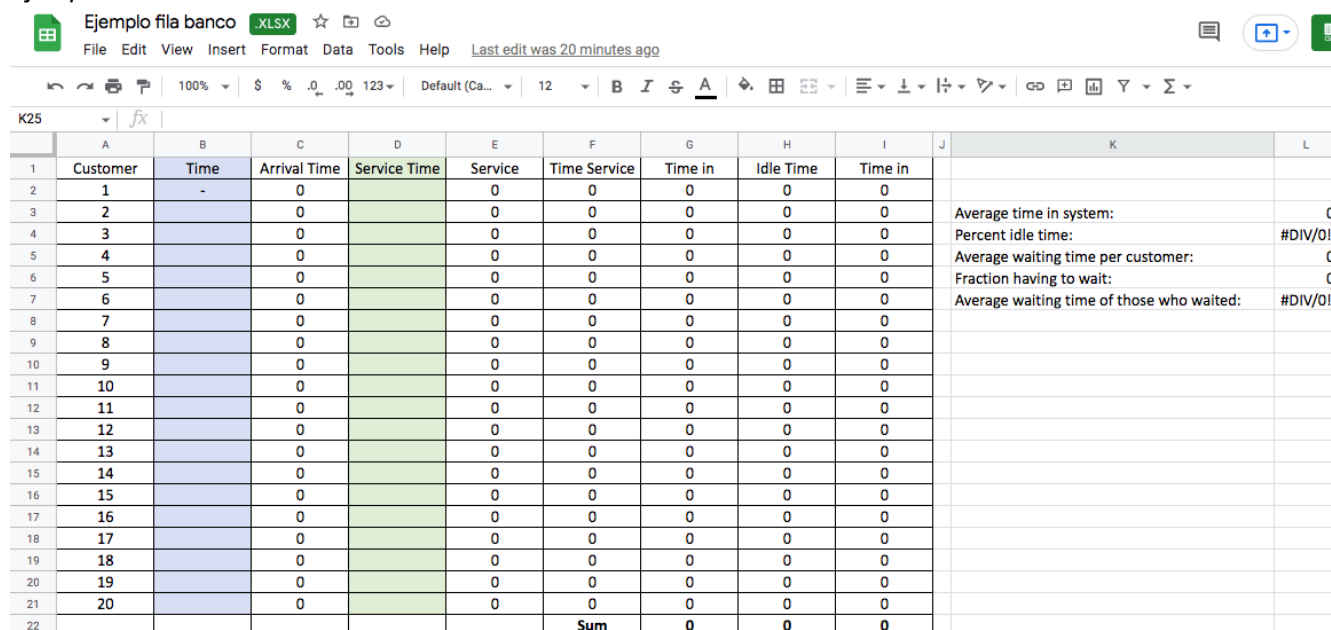
5.5. REPETIR LOS PASOS ANTERIORES CON 200 CLIENTES

Repetir lo realizado en los pasos anteriores (5.1., 5.2., 5.3. y 5.4.) pero haciendo en el paso 5.1. la simulación con 200 clientes presentando los resultados y respondiendo nuevamente cada pregunta de cada paso, así como la siguiente:

¿Cuál combinación de número de clientes, repeticiones y porcentaje de confianza tiene la menor desviación estándar de la muestra y el menor rango del intervalo de confianza?


6. RESULTADOS

Los resultados de los pasos 5.1. y 5.2. se deben presentar de acuerdo con la hoja “Ejemplo” del archivo Excel *Ejemplo fila banco.xlsx*:



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Customer	Time	Arrival Time	Service Time	Service	Time Service	Time in	Idle Time	Time in			
1	1	-	0		0	0	0	0	0			
2	2		0		0	0	0	0	0			
4	3		0		0	0	0	0	0		Average time in system:	0
5	4		0		0	0	0	0	0		Percent idle time:	#DIV/0!
6	5		0		0	0	0	0	0		Average waiting time per customer:	0
7	6		0		0	0	0	0	0		Fraction having to wait:	0
8	7		0		0	0	0	0	0		Average waiting time of those who waited:	#DIV/0!
9	8		0		0	0	0	0	0			
10	9		0		0	0	0	0	0			
11	10		0		0	0	0	0	0			
12	11		0		0	0	0	0	0			
13	12		0		0	0	0	0	0			
14	13		0		0	0	0	0	0			
15	14		0		0	0	0	0	0			
16	15		0		0	0	0	0	0			
17	16		0		0	0	0	0	0			
18	17		0		0	0	0	0	0			
19	18		0		0	0	0	0	0			
20	19		0		0	0	0	0	0			
21	20		0		0	0	0	0	0			
22						Sum	0	0	0			

Los resultados del paso 5.3. se deben presentar de acuerdo con la hoja “10 runs” del archivo Excel *Ejemplo fila banco.xlsx*:

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-DOC-112
	PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 5 de 5
	FORMATO GUÍA PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO		FECHA: 02/09/2016
			VIGENCIA: 2016

LABORATORIO DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL

Ejemplo fila banco .XLSX

File Edit View Insert Format Data Tools Help Last edit was seconds ago

100% \$ % .0 .00 123 Default (Ca... 12 B I

	A	B	C	D	E	F
1	Run	Average time in system:	Percent idle time:	Average waiting time per customer:	Fraction having to wait:	Average waiting time of those who waited:
2	1					
3	2					
4	3					
5	4					
6	5					
7	6					
8	7					
9	8					
10	9					
11	10					

Para el paso 5.4. calcule, adapte, implemente, o use un archivo de Notebook de Jupyter en Python usando Google Colab (.ipynb) de acuerdo con el ejemplo de la subsección 1.11.1. del Capítulo 1 de [Banks1998] y el Notebook *Confidence intervals.ipynb*, URL: <https://colab.research.google.com/drive/1tftZK8BjLabvrzi8kblp3EjSfeLnFlub?usp=sharing>

Presente los resultados de forma apropiada describiendo paso a paso de acuerdo con el mismo formato y estructura del ejemplo de la subsección 1.11.1. del Capítulo 1 de [Banks1998].

Entregar los resultados en un informe en Word o PDF compilado a partir de LaTeX con los archivos adjuntos .xlsx y .ipynb usados con los datos registrados y ejecutados.

7. BIBLIOGRAFIA

[Banks1998] Jerry Banks. *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. John Wiley & Sons, Inc., 1998