****

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO**

**Carrera: Sistemas Computacionales**

**Tema: Análisis del Proyecto**

**Equipo: Rojo Carmesí**

**Integrantes:**

Reyes Villar Luis Ricardo

Rocha Suarez María Fernanda

Hernández del Ángel Ángel Ivan

Garcia Valles Roberto Carlos

**Profesora:** Elizabeth Cortez Razo

**Materia:** Simulación

**Hora:** 10:00 – 11:00 hrs

**Grupo:** 6505A

**Fecha de entrega:** 18 de Mayo del 2023

**Periodo Semestral:** Enero 2023 – Junio 2023

**Problema.**

La demanda de azúcar en una tienda sigue una distribución exponencial con media de 100 kg/día. El dueño de la tienda revisa el inventario cada 7 días, y hace un pedido a la planta igual a la capacidad de la bodega menos la cantidad de azúcar que tiene disponible en ese momento; la entrega es inmediata. La demanda no surtida por falta de existencias representa ventas perdidas. La capacidad de almacenamiento de la bodega es de 700 kg. El costo de ordenar es de $1,000/orden. El costo de faltante es de $6/kg, y el costo de llevar el inventario es de $1/kg. Determine el comportamiento del inventario a lo largo del tiempo y el costo promedio/día para un horizonte de dos meses.

**Análisis.**

Según nos dice el problema tenemos una distribución exponencial con media de 100 kg/día, esto quiere decir que las variables aleatorias que tenemos que generar son variables aleatorias continuas exponenciales.

X → e(x)

Analizando el contexto del problema, se sabe que las variables aleatorias a generar (Xi) representan la demanda de azúcar de un día.

Para generar las variables aleatorias exponenciales se tiene la fórmula:

Siendo la media y los números pseudoaleatorios validados previamente en las pruebas estadísticas.

En este caso, se menciona que la media es de 100 kg/día, por lo que .

Antes de comenzar a realizar la simulación se tiene que obtener la tabla para el método de Montecarlo, esto con la finalidad de saber la distribución que tienen las variables aleatorias.

Para esto se tienen que realizar múltiples simulaciones que se asemejen a la demanda de azúcar establecida, el problema dice que sigue una distribución exponencial con media de 100 kg/día, también se dice que el dueño de la tienda revisa el inventario cada 7 días. A su vez, menciona que la finalidad del problema es determinar el comportamiento del inventario a lo largo del tiempo y el costo promedio/día para un horizonte de dos meses. Con esta información se deja en claro que nuestra medida de tiempo es el día, y dado a lo que se menciona se comprende que se debe simular un periodo de tiempo de dos meses (60 días). Dada esta información se comprende que se deben generar 60 variables aleatorias para la simulación, pero antes de eso, es necesario generar múltiples simulaciones solamente considerando la demanda de azúcar diaria, esto para obtener el promedio de la demanda de azúcar diaria, esto para poder establecer los rangos de nuestra tabla para el método de Montecarlo y conocer las probabilidades de obtener cierta demanda en un día.

Las variables aleatorias utilizadas en las simulaciones antes de ser usadas deben pasar la prueba de ajuste de bondad, esto para saber que las variables siguen una distribución uniforme, una vez que pasen la prueba, se obtiene la suma total de la demanda de azúcar en el periodo de los 60 días y se obtiene el promedio. Posteriormente, se debe conocer el mayor y menor promedio calculado en todo el conjunto de simulaciones, después con los datos conocidos y el total de simulaciones, se debe calcular la probabilidad de que se de la demanda de azúcar de los valores que están empezando desde el promedio menor hasta el mayor, una vez se obtiene esto, se podrá realizar la tabla del método de Montecarlo y realizar la simulación.

**Demostración.**

|  |  |
| --- | --- |
| Numero Aleatorio | Demanda (Variable Aleatoria) |
| **0.90037** | **230.6291955** |
| **0.06661** | **6.893215904** |
| **0.44368** | **58.64116107** |
| **0.68519** | **115.5785997** |
| **0.94853** | **296.6756165** |
| **0.97091** | **353.7360806** |
| **0.26662** | **31.0091294** |
| **0.10862** | **11.49844553** |
| **0.17983** | **19.82436431** |
| **0.23388** | **26.64164635** |
| **0.46998** | **63.48405373** |
| **0.08812** | **9.224687651** |
| **0.77651** | **149.8388609** |
| **0.29677** | **35.20712714** |
| **0.80724** | **164.6309387** |
| **0.16364** | **17.86961366** |
| **0.6778** | **113.2582808** |
| **0.94128** | **283.4974895** |
| **0.6008** | **91.82927345** |
| **0.09606** | **10.09922925** |
| **0.92275** | **256.0708363** |
| **0.14675** | **15.87026912** |
| **0.15355** | **16.67041459** |
| **0.35776** | **44.27932134** |
| **0.79922** | **160.5545498** |
| **0.87526** | **208.1523708** |
| **0.608** | **93.64934392** |
| **0.9664** | **339.3229212** |
| **0.39289** | **49.90452852** |
| **0.43625** | **57.31443882** |
| **0.0314** | **3.190354901** |
| **0.09859** | **10.37950749** |
| **0.97199** | **357.519369** |
| **0.47645** | **64.71227422** |
| **0.70046** | **120.5507314** |
| **0.06442** | **6.658862116** |
| **0.41499** | **53.61263379** |
| **0.22167** | **25.06046802** |
| **0.91375** | **245.0505223** |
| **0.4939** | **68.10210008** |
| **0.39372** | **50.04133534** |
| **0.50154** | **69.62319335** |
| **0.15423** | **16.7507824** |
| **0.37868** | **47.59090319** |
| **0.33985** | **41.52881971** |
| **0.5498** | **79.80633505** |
| **0.228** | **25.8770729** |
| **0.1984** | **22.11455487** |
| **0.93625** | **275.2786095** |
| **0.6564** | **106.8277089** |
| **0.08609** | **9.002318065** |
| **0.74114** | **135.1467904** |
| **0.92884** | **264.2824416** |
| **0.27437** | **32.07150359** |
| **0.52788** | **75.05220884** |
| **0.86572** | **200.7828107** |
| **0.94711** | **293.9540994** |
| **0.70173** | **120.9756162** |
| **0.24249** | **27.77185404** |
| **0.88014** | **212.1430884** |
|  | 6393.314874 |
|  | **106.5552479** |

Dados los números pseudoaleatorios, se aplica la formula:

Sustituyendo los valores conocidos quedaría como:

Por ende, para calcular las variables aleatorias para cada día, se sustituye su respectivo numero pseudoaleatorio, para obtener la respectiva variable aleatoria que hace referencia a la demanda de azúcar de cierto día.

Este procedimiento se repetirá para cada una de las variables, desde X1 hasta X60.

Una vez obtenidos los promedios, se establece un rango y la probabilidad de que cierto promedio se encuentre dentro de este rango, poniendo un ejemplo, si tenemos 10 promedios diferentes generados de 10 simulaciones, y tenemos como rangos [80,90), [90,100), [100,110), se analiza cada promedio y se cuentan cuantas variables están entre cada rango, se tiene que hay 3 en el rango [80,90), 2 en el rango [90,100) y 5 en el rango [100,110), dados estos valores, calculamos la probabilidad de que una variables esté en cada rango, dividiendo el numero de variables en cada rango sobre el numero total de simulaciones. Posteriormente obtenemos la probabilidad acumulada sumando todas las probabilidades, establecemos el limite inferior y limite superior, teniendo estos datos, se concluye con la tabla del modelo de Montecarlo.

**Demostración.**

|  |  |
| --- | --- |
| Simulaciones | Promedios/día |
| 1 | 106.5552479 |
| 2 | 81.83423008 |
| 3 | 107.7325483 |
| 4 | 90.70359706 |
| 5 | 105.1267259 |
| 6 | 101.1536117 |
| 7 | 100.2920695 |
| 8 | 88.97225278 |
| 9 | 87.45941497 |
| 10 | 90.32994282 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Demanda de azúcar** | Probabilidad | Prob. Acumulada | LM | LS |
| >=80 && <90 | 0.3 | 0.3 | 0 | 0.3 |
| >=90 && <100 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.5 |
| >=100 && <110 | 0.5 | 1 | 0.5 | 1 |

Se puede decir que la formula para obtener la probabilidad de cada rango es:

Dado que las variables aleatorias son números enteros y en el método de Montecarlo se representan valor entre 0 y 1 representando la probabilidad, se analizan los valores posibles para nuestras variables y se sabe que se puede llegar hasta los millares, por ende, multiplicamos los valores en los límites por 1000 para poder realizar la simulación correctamente.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Demanda de azúcar** | Probabilidad | Prob. Acumulada | LM | LS |
| >=80 && <90 | 0.3 | 0.3 | 0 | 300 |
| >=90 && <100 | 0.2 | 0.5 | 300 | 500 |
| >=100 && <110 | 0.5 | 1 | 500 | 1000 |

Posteriormente, se llega a la incógnita de que valor es el que se debe escoger entre los rangos para nuestra simulación, dada esta incógnita se comprende que debido a que la simulación es una herramienta que ayuda a pronosticar (en este caso) el comportamiento de nuestro inventario, se opta por poner el valor mínimo de los rangos en caso de que una variable, ya en una simulación final, se encuentre dentro de los límites obtenidos.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Demanda de azúcar** | Probabilidad | Prob. Acumulada | LM | LS |
| 80 | 0.3 | 0.3 | 0 | 300 |
| 90 | 0.2 | 0.5 | 300 | 500 |
| 100 | 0.5 | 1 | 500 | 1000 |

Cabe aclarar que en el caso de que se ingrese un valor de una variable aleatoria mayor a los límites, el valor asignado a ese día será el número 100 (dentro de este ejemplo).

Una vez obtenidas las distribuciones de probabilidades, se puede proceder a la simulación real, para esto es necesario continuar con el análisis del problema estableciendo ciertos puntos clave para poder representar la simulación.

Según el contexto dado, se sabe que:

* El inventario se rellena cada 7 días, haciendo un pedido igual a la capacidad de la bodega menos la cantidad de azúcar disponible; la entrega es inmediata.
* La bodega tiene una capacidad de 700 kg/día.
* La demanda no surtida por falta de existencias representa ventas perdidas.
* El costo de ordenar (costo del pedido) es de $1,000/orden.
* El costo del faltante es de $6/kg.
* El costo de manejo de inventario es de $1/kg.
* Se busca determinar el comportamiento del inventario a lo largo de dos meses.
* Se busca obtener el costo promedio/día para un horizonte de dos meses.

Con estos datos se es posible conocer o generar las formulas necesarias para obtener los valores requeridos para la simulación.

Costo total de ordenar será referenciado por CostoT.

A la hora de realizar la orden pueden haber dos casos.

1. Que la bodega esté completamente vacía.
2. Que la bodega no esté completamente vacía

Si la bodega está completamente vacía, entonces sustituyendo los valores de las fórmulas quedaría:

Si la bodega no está completamente vacía, por poner un ejemplo, quedaría:

Con el análisis completado, los datos recopilados y las fórmulas generadas, se puede proceder a realizar la simulación

**Demostración.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kg | Kg | Kg | $ | Kg | Ri | Xi |
| Día | Inventario | **Demanda** | **Inventario restante** | Costo\_Orden | Perdidas | Numero Aleatorio | (Variable Aleatoria) |
| **1** | **700** | **80** | **620** |  |  | **0.90037** | **230.629196** |
| **2** | **620** | **80** | **540** |  |  | **0.06661** | **6.8932159** |
| **3** | **540** | **80** | **460** |  |  | **0.44368** | **58.6411611** |
| **4** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.68519** | **115.5786** |
| **5** | **380** | **80** | **300** |  |  | **0.94853** | **296.675617** |
| **6** | **300** | **90** | **210** |  | **0** | **0.97091** | **353.736081** |
| **7** | **700** | **80** | **620** | **3800** |  | **0.26662** | **31.0091294** |
| **8** | **620** | **80** | **540** |  |  | **0.10862** | **11.4984455** |
| **9** | **540** | **80** | **460** |  |  | **0.17983** | **19.8243643** |
| **10** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.23388** | **26.6416464** |
| **11** | **380** | **80** | **300** |  |  | **0.46998** | **63.4840537** |
| **12** | **300** | **80** | **220** |  |  | **0.08812** | **9.22468765** |
| **13** | **220** | **80** | **140** | **3800** |  | **0.77651** | **149.838861** |
| **14** | **700** | **80** | **620** |  |  | **0.29677** | **35.2071271** |
| **15** | **620** | **80** | **540** |  |  | **0.80724** | **164.630939** |
| **16** | **540** | **80** | **460** |  |  | **0.16364** | **17.8696137** |
| **17** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.6778** | **113.258281** |
| **18** | **380** | **80** | **300** |  |  | **0.94128** | **283.49749** |
| **19** | **300** | **80** | **220** | **3240** |  | **0.6008** | **91.8292735** |
| **20** | **220** | **80** | **140** |  |  | **0.09606** | **10.0992293** |
| **21** | **700** | **80** | **620** |  |  | **0.92275** | **256.070836** |
| **22** | **620** | **80** | **540** |  |  | **0.14675** | **15.8702691** |
| **23** | **540** | **80** | **460** |  |  | **0.15355** | **16.6704146** |
| **24** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.35776** | **44.2793213** |
| **25** | **380** | **80** | **300** | **2680** |  | **0.79922** | **160.55455** |
| **26** | **300** | **80** | **220** |  |  | **0.87526** | **208.152371** |
| **27** | **220** | **80** | **140** |  |  | **0.608** | **93.6493439** |
| **28** | **700** | **90** | **610** |  |  | **0.9664** | **339.322921** |
| **29** | **610** | **80** | **530** |  |  | **0.39289** | **49.9045285** |
| **30** | **530** | **80** | **450** |  | **0** | **0.43625** | **57.3144388** |
| **31** | **450** | **80** | **370** | **2190** |  | **0.0314** | **3.1903549** |
| **32** | **370** | **80** | **290** |  |  | **0.09859** | **10.3795075** |
| **33** | **290** | **90** | **200** |  |  | **0.97199** | **357.519369** |
| **34** | **200** | **80** | **120** |  |  | **0.47645** | **64.7122742** |
| **35** | **700** | **80** | **620** |  |  | **0.70046** | **120.550731** |
| **36** | **620** | **80** | **540** |  |  | **0.06442** | **6.65886212** |
| **37** | **540** | **80** | **460** | **1560** |  | **0.41499** | **53.6126338** |
| **38** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.22167** | **25.060468** |
| **39** | **380** | **80** | **300** |  |  | **0.91375** | **245.050522** |
| **40** | **300** | **80** | **220** |  |  | **0.4939** | **68.1021001** |
| **41** | **220** | **80** | **140** |  |  | **0.39372** | **50.0413353** |
| **42** | **700** | **80** | **620** |  |  | **0.50154** | **69.6231934** |
| **43** | **620** | **80** | **540** | **1000** |  | **0.15423** | **16.7507824** |
| **44** | **540** | **80** | **460** |  |  | **0.37868** | **47.5909032** |
| **45** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.33985** | **41.5288197** |
| **46** | **380** | **80** | **300** |  |  | **0.5498** | **79.8063351** |
| **47** | **300** | **80** | **220** |  |  | **0.228** | **25.8770729** |
| **48** | **220** | **80** | **140** |  |  | **0.1984** | **22.1145549** |
| **49** | **700** | **80** | **620** | **4360** |  | **0.93625** | **275.27861** |
| **50** | **620** | **80** | **540** |  |  | **0.6564** | **106.827709** |
| **51** | **540** | **80** | **460** |  |  | **0.08609** | **9.00231807** |
| **52** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.74114** | **135.14679** |
| **53** | **380** | **80** | **300** |  |  | **0.92884** | **264.282442** |
| **54** | **300** | **80** | **220** |  | **0** | **0.27437** | **32.0715036** |
| **55** | **220** | **80** | **140** | **3800** |  | **0.52788** | **75.0522088** |
| **56** | **700** | **80** | **620** |  |  | **0.86572** | **200.782811** |
| **57** | **620** | **80** | **540** |  |  | **0.94711** | **293.954099** |
| **58** | **540** | **80** | **460** |  |  | **0.70173** | **120.975616** |
| **59** | **460** | **80** | **380** |  |  | **0.24249** | **27.771854** |
| **60** | **380** | **80** | **300** |  | **0** | **0.88014** | **212.143088** |
|  | **Venta promedio/día:** | **80.5** |  | **26430** |  |  |  |
|  |  |  | **Costo promedio/día:** | **440.5** | **0** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Y así concluye el análisis del problema, en base a los resultados arrojados por la simulación, se pueden llegar a distintas conclusiones y culminar con la finalidad de la simulación.