

Actividad en Clase 5 - Enunciado

Instrucciones

- La entrega de esta actividad debe contar con **todos** los archivos que sustenten el desarrollo de su trabajo. Esto incluye **un reporte** que contenga la solución de los puntos de la actividad, archivo en R debidamente documentado y cualquier otro archivo que sea requerido para justificar los resultados. El documento debe ser autocontenido.
 - Los archivos enviados deben poder ser abiertos y/o ejecutados por los miembros del equipo docente. El archivo de R debe reproducir los resultados consignados en el documento digital.
 - A menos que se indique lo contrario, las respuestas que debe diligenciar en el reporte son de tipo **numérico**. **Todos** los puntos que requieran valor numérico deben contar con su respectivo soporte en R o con su debida formulación y procedimiento matemático. De lo contrario, no serán recibidos.
 - La actividad magistral debe ser realizada en grupos de máximo cuatro personas, **de la misma sección magistral**. Solo **uno** de los integrantes debe subir el trabajo a Bloque Neón. Se calificará únicamente los archivos subidos en el **último envío realizado**.
 - Si usted figura en más de un grupo a la hora de entregar la actividad, se le asignará la peor nota de los grupos en los que se encuentre inscrito y además recibirá una penalización de **dos unidades** en su calificación final.
 - La fecha límite para enviar por Bloque Neón **el reporte** junto con los archivos de soporte (archivos de Excel, archivos de R, etc.) es el **viernes 8 de noviembre a las 5:00 pm**. Los archivos entregados y/o enviados después de esa fecha o por otros medios diferentes no serán recibidos y obtendrán una nota de 0.
 - En caso de ser necesario, su equipo puede ser escogido aleatoriamente para que sustente el contenido enviado y el 100% de la nota de la actividad dependerá de la sustentación.
-

Problemas

(50 puntos) Una vez realizada la actividad que simula las operaciones de la empresa *Mercado Liebre*, podrá pasar a contestar las preguntas de interés de esta actividad. Para ello, organícense en grupos de a 4 estudiantes **de la misma sección magistral** y descarguen los datos generados en los experimentos de Bloque Neón.

La descripción general del sistema se presenta a continuación.

Mercado Liebre es una empresa de logística y transporte que se dedica al alistamiento y distribución de órdenes realizadas por los clientes. Al sistema llegan órdenes a una tasa (que usted debe estimar). Las órdenes llegan directamente a la estación de etiquetado, la cual está compuesta por 4 operarios, quienes se encargan de pegar en la orden la información del producto (como la dirección de destino, su peso, dimensiones, etc). El tiempo que tarda un operario en encontrar y pegar la etiqueta correspondiente a cada orden se distribuye exponencial (con una tasa que usted debe estimar). Después, las órdenes pasan a la estación de validación de datos, donde uno de los 3 operarios se encargará de verificar que la información en la etiqueta de la orden coincida con la información registrada en la base de datos. Se sabe que en el $p\%$ (este porcentaje lo debe calcular usted) de los casos los operarios cometen errores ingresando la información y deben repetir el proceso de ingresar los datos y validar la orden. Se ha estimado que un operario se tarda en validar los datos de las órdenes un tiempo que se distribuye exponencial (la tasa la debe estimar usted). Una vez validada la orden, esta pasa a la estación de control de calidad, en donde un solo operario se encarga de verificar que la orden cumpla con los estándares de calidad para ser entregada (la tasa a la que el operario hace el control de calidad de cada producto la debe

estimar usted). Se sabe que el $q\%$ (este porcentaje debe calcularlo) de las órdenes no pasa el control de calidad y salen del sistema en esta estación. Aquellas órdenes que sí pasan el control de calidad pasan directamente a la estación de consolidación y carga, donde un brazo robótico se encarga de empaquetar las órdenes mientras llega el camión que transportará los productos. El tiempo que tarda un nuevo camión en llegar y despachar órdenes se distribuye de manera exponencial (la tasa la debe estimar usted) y se lleva la cantidad de órdenes que haya siempre y cuando estas no superen la capacidad del camión (que es de 12 órdenes). De lo contrario, se llena el camión hasta su capacidad y las órdenes que no fueron cargadas deben esperar hasta el arribo del siguiente camión.

Todas las mediciones y parámetros de tiempo deben estar en minutos.

Respondan los siguientes literales.

1. (5 puntos) Realice en R una prueba de bondad de ajuste Chi-Cuadrado evaluando si las llegadas y los tiempos de servicio (en minutos) generados en los experimentos siguen una distribución exponencial. Utilice todos los datos que se encuentran disponibles, no únicamente los correspondientes a su franja de trabajo. **Formule las pruebas de hipótesis que estime convenientes y diligencie sus conclusiones a partir del p-value en el reporte utilizando una significancia del 5%.**
2. (5 puntos) A partir de los resultados de sus pruebas de bondad de ajuste, ¿cuál es el mejor estimador para las tasas de llegada y de atención en cada estación del sistema? **Diligencie su respuesta en el reporte.**
3. (5 puntos) A partir de las tasas encontradas, elabore un bosquejo de la red del sistema de operaciones de *Mercado Liebre* con todos sus componentes (tanto arcos como nodos). Los cuadros que representen las estaciones deberán contener dentro de ellos el nombre de la estación, la tasa de servicio y el número de servidores. **Diligencie su respuesta en el reporte.**
Hint: Tenga en cuenta que, a partir de los datos suministrados, hay un porcentaje de preguntas que se contestan mal en la estación de Data Entry y que son considerados como un reciclo en esa estación. De la misma manera, a partir de los datos suministrados, hay un porcentaje de órdenes que salen del sistema en la estación de control de calidad y otras que avanzan a la estación de consolidación y carga. En su bosquejo deberá mostrar qué porcentaje de las órdenes tienen el reciclo y qué porcentaje salen del sistema.
4. (5 puntos) Formule la Cadena de Markov subyacente a la red con todos sus componentes. Asuma que la estación de etiquetado tiene una capacidad para recibir 4 órdenes, la estación de validación de datos una capacidad de 3, la estación de control de calidad una capacidad de 3 y la estación de consolidación y carga una capacidad de 15. **Diligencie su formulación en el reporte.**
5. (5 puntos) Implemente en R su modelo y conviértalo en un objeto tipo Cadena de Markov.
Nota: Es normal que su código tarde un poco en llenar la matriz, pues debe recorrer más de 1.000.000 de elementos para llenarla.
6. (5 puntos) ¿Cuántas órdenes se espera que haya en el sistema en el largo plazo? Formule matemáticamente la expresión que le permitirá llegar a esta respuesta con todos sus componentes. Implemente en R dicha formulación y **diligencie su respuesta numérica en el reporte.**
7. (5 puntos) Si actualmente el sistema se encuentra vacío, ¿cuál es el tiempo esperado hasta que el sistema se encuentre completamente lleno? Formule matemáticamente la expresión que le permitirá llegar a esta respuesta con todos sus componentes. Implemente en R dicha formulación y **diligencie su respuesta numérica en el reporte.**
Hint: Para hallar esta cantidad debe primero encontrar los índices asociados a sus estados de interés en su vector de estados y, a partir de ahí, utilizar la función *ExpectedTime()* trabajando con los índices encontrados.
8. (5 puntos) Para este y los próximos literales asuma que todas las estaciones del sistema tienen capacidad infinita. Esta suposición le permitirá tratar al sistema como una Red de Jackson. Calcule **manualmente** la tasa efectiva de entrada de **todas** las estaciones. **Expresé de manera matemática y numérica su respuesta en el reporte.**
9. (5 puntos) ¿Cuál es la utilización de las estaciones de etiquetado, Data Entry y control de calidad? Para calcular estas cantidades, hágalo de forma **manual**. ¿Qué puede concluir con respecto a la utilización de cada estación? **Expresé de manera matemática y numérica su respuesta en el reporte.**

10. (5 puntos) ¿Cuál es la cantidad esperada de órdenes en cola en la estación de control de calidad en el largo plazo? ¿Cuánto es el tiempo esperado que estará una orden en cola antes de ser atendida en esta estación? Calcule **manualmente** estas cantidades. **Expresé de manera matemática y numérica su respuesta en el reporte.**
11. **Bono** (10 puntos) El jefe de operaciones de *Mercado Liebre* se encuentra preocupado por las constantes quejas que ha recibido por parte de los clientes, quienes alegan que sus pedidos están llegando con demoras dados los largos tiempos que estos tienen que pasar en el centro de operaciones antes de ser despachados. Por lo tanto, le han pedido a usted y a su grupo, todos unos expertos en teoría de colas y modelos de redes, que propongan **al menos 3 soluciones** para mejorar la productividad del sistema. **Sus propuestas deben ser consistentes con los contenidos vistos en el curso. Diligencie sus propuestas en el reporte.**