

# Investigación de Operaciones

## Control 4: Teoría de Colas

### Instrucciones:

- El escrito puede ser realizado en Word,  $\text{\LaTeX}$  o a mano y subido en formato .pdf.
- En caso de desarrollar su control a mano, asegúrese de que todo pueda ser visualizado adecuadamente (LETRA CLARA). SOLO se corregirá lo enviado en el escrito.
- El escrito debe tener por nombre InicialPrimerNombre\_PrimerApellido. Ejemplo, en mi caso sería N.Rojas.pdf.
- JUSTIFIQUE TODAS sus respuestas. En caso de no presentar análisis y justificación escrita, su puntaje será de cero puntos.
- Una vez realizada la evaluación, suba su escrito a la plataforma Aula (Unidad 4).
- Tal como se informó en Aula, se realizarán descuentos por atraso en enviar sus desarrollos.
- Se sugiere trabajar con fracciones. Además, considere 2 decimales en su desarrollo y redondeé al entero más cercano.

## Automatizando envíos

La empresa de encomiendas y envíos Chilexpress desea ofrecer un nuevo servicio automatizado de recibo de paquetes. Desde ahora, dispositivos autónomos (*DACH*) serán los encargados de recibir paquetes permitiendo un etiquetado y clasificación más veloz de los mismos. La idea consiste en que los clientes que lleguen a una sucursal y deseen enviar un paquete utilizarán uno de los 5 *DACH* disponibles, donde se debe introducir el paquete, añadir los datos del envío y realizar el pago de este mismo. Los encargados de diseñar el sistema estiman que a una sucursal llega un paquete cada  $t_1$  minutos. Además, se estima que ingresar los datos del paquete, realizar su pago y que cada dispositivo añada físicamente un tag RFID al paquete toma aproximadamente  $t_2$  minutos. Posteriormente, todos los paquetes salientes de los dispositivos *DACH* son unificados en una única cinta transportadora donde 4 máquinas de seguridad *SEG* realizan una rigurosa verificación. Aquí, durante  $t_3$  segundos por paquete, se descartan paquetes con contenido peligroso o ilegal (como explosivos o drogas por ejemplo). Luego, los paquetes vuelven a unificarse en una cinta transportadora, donde una máquina lee su tag RFID y lo redirige a una cinta según su destino. Esta máquina demora  $t_4$  minutos en leer el tag RFID, tomar el paquete y colocarlo en la cinta de destino final que corresponda. Además, el equipo de Chilexpress sabe que de todos los paquetes que llegan a una sucursal, aproximadamente el  $\alpha\%$  de estos paquetes son rechazados en los *DACH* por posible error en la transacción, o no se pudo añadir el tag RFID por problema de embalaje. Por otro lado, se sabe que solo un  $\beta\%$  de los paquetes pasan la verificación de las máquinas *SEG*, producto de la alta presencia de sustancias ilegales (estos paquetes son descartados y entregados a la policía).

1. Modele, dibuje y explique el sistema de Colas para los paquetes a enviar. Determine las tasas de llegada y servicio de cada etapa. Verificar que cada etapa se encuentre en estado estacionario. (10pts)
2. Determine el tiempo total (en minutos) que le toma a un paquete llegar a su cinta de destino final (desde que entra en la sucursal). (30pts)
3. ¿Cuánto es el tiempo (en minutos) que pasa esperando un paquete antes de llegar a la cinta de destino final? (15pts)
4. ¿Cuál es la probabilidad de que un paquete llegue a la estación de seguridad y que sea procesado por una máquina SEG sin esperar? (25pts)
5. ¿Cuál es la probabilidad de haya 1 cliente esperando a ser atendido por los DACH? (20pts)

**Nota:** considere que el tiempo para las cintas transportadoras entre las distintas etapas es despreciable.

**Plazo entrega: Lunes 5 de Julio - 13:40 horas**

Apellido P	Apellido M	Nombre(s)	FORMA ASIGNADA
BARBER	VILLALOBOS	TOMÁS JOAQUÍN	FORMA E - $\alpha=0.05$ - $\beta=0.88$ - $t_1=0.5$ - $t_2=2.4$ - $t_3=120$ - $t_4=0.55$
CASTILLO	BRICEÑO	NICOLÁS ANDRÉS	FORMA C - $\alpha=0.14$ - $\beta=0.92$ - $t_1=1.6$ - $t_2=7$ - $t_3=400$ - $t_4=1.5$
CAYAZAYA	MARÍN	RODRIGO ADOLFO	FORMA D - $\alpha=0.25$ - $\beta=0.85$ - $t_1=1.4$ - $t_2=6.5$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
CERPA	FUENTES	NICOLÁS RODRIGO	FORMA E - $\alpha=0.05$ - $\beta=0.88$ - $t_1=0.5$ - $t_2=2.4$ - $t_3=120$ - $t_4=0.55$
CONCHA	IBACETA	JOAQUÍN IVÁN	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
FIGUEROA	RAMIREZ	IGNACIO ALBERTO	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
FLUHMANN	CERDA	HANS	FORMA D - $\alpha=0.25$ - $\beta=0.85$ - $t_1=1.4$ - $t_2=6.5$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
FONDON	REBOLLEDO	LUCIO	FORMA D - $\alpha=0.25$ - $\beta=0.85$ - $t_1=1.4$ - $t_2=6.5$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
GONZALEZ	ARISMENDI	LUIS ARTURO	FORMA D - $\alpha=0.25$ - $\beta=0.85$ - $t_1=1.4$ - $t_2=6.5$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
GONZÁLEZ	NARANJO	CAMILO ALONSO	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
GROSS	LABBÉ	RAIMUNDO	FORMA E - $\alpha=0.05$ - $\beta=0.88$ - $t_1=0.5$ - $t_2=2.4$ - $t_3=120$ - $t_4=0.55$
HERRERA	CORRALES	SEBASTIÁN FELIPE	FORMA C - $\alpha=0.14$ - $\beta=0.92$ - $t_1=1.6$ - $t_2=7$ - $t_3=400$ - $t_4=1.5$
JORQUERA	NAVARRO	IGNACIO ALEJANDRO	FORMA E - $\alpha=0.05$ - $\beta=0.88$ - $t_1=0.5$ - $t_2=2.4$ - $t_3=120$ - $t_4=0.55$
KULJIS	GAETE	ZARKO ANDRE	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
LARA	LARA	NICOLÁS VALENTÍN	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
MARTÍNEZ	CARRIEL	SEBASTIÁN ELISEO	FORMA C - $\alpha=0.14$ - $\beta=0.92$ - $t_1=1.6$ - $t_2=7$ - $t_3=400$ - $t_4=1.5$
MENARES	JIMÉNEZ	ADRIÁN ALONSO	FORMA E - $\alpha=0.05$ - $\beta=0.88$ - $t_1=0.5$ - $t_2=2.4$ - $t_3=120$ - $t_4=0.55$
MIRANDA	MARTÍNEZ	VALERIA PAZ	FORMA C - $\alpha=0.14$ - $\beta=0.92$ - $t_1=1.6$ - $t_2=7$ - $t_3=400$ - $t_4=1.5$
MONTECINOS	ARISMENDI	JOSÉ DOMINGO	FORMA C - $\alpha=0.14$ - $\beta=0.92$ - $t_1=1.6$ - $t_2=7$ - $t_3=400$ - $t_4=1.5$
MUÑOZ	GODOY	SEBASTIÁN IGNACIO	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
MÉRIDA	ÁLVAREZ	PEDRO DANTE	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
OJEDA	ÁGUILA	MAXIMILIANO EDUARDO	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
OPAZO	CUBILLOS	BENJAMÍN ADOLFO	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
ORTIZ	HERMOSILLA	ÁLVARO FABIÁN	FORMA D - $\alpha=0.25$ - $\beta=0.85$ - $t_1=1.4$ - $t_2=6.5$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
OYARZÚN	MERINO	IAKI MIKEL MAXIMILIAN	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
PALET	CANO	SOFÍA CATALINA	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
REYES	JAINAGA	FRANCISCO JOSÉ	FORMA B - $\alpha=0.15$ - $\beta=0.80$ - $t_1=1.2$ - $t_2=4$ - $t_3=310$ - $t_4=1.6$
RODRIGUEZ	GACITUA	JAIME PABLO	FORMA D - $\alpha=0.25$ - $\beta=0.85$ - $t_1=1.4$ - $t_2=6.5$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
SALAS	LARA	JORGE IGNACIO	FORMA E - $\alpha=0.05$ - $\beta=0.88$ - $t_1=0.5$ - $t_2=2.4$ - $t_3=120$ - $t_4=0.55$
SAMUR	SANSUR	JORGE FELIPE	FORMA C - $\alpha=0.14$ - $\beta=0.92$ - $t_1=1.6$ - $t_2=7$ - $t_3=400$ - $t_4=1.5$
SANHUEZA	CEPESDES	JORGE SEBASTIAN	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
UBILLA	ZAVALA	ISIDORA PAZ	FORMA D - $\alpha=0.25$ - $\beta=0.85$ - $t_1=1.4$ - $t_2=6.5$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
VARAS	HALABY	JUAN PABLO	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
VARGAS	MONTESINOS	JAVIER ALEXANDER	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$
VEGA	MICHAUD	PATRICIO JAVIER	FORMA E - $\alpha=0.05$ - $\beta=0.88$ - $t_1=0.5$ - $t_2=2.4$ - $t_3=120$ - $t_4=0.55$
VILLARROEL	TOLOZA	JAVIERA PAZ	FORMA C - $\alpha=0.14$ - $\beta=0.92$ - $t_1=1.6$ - $t_2=7$ - $t_3=400$ - $t_4=1.5$
ZÁRATE	GONZÁLEZ	JEAN-FRANCO NICOLÁS	FORMA A - $\alpha=0.1$ - $\beta=0.75$ - $t_1=1.5$ - $t_2=6$ - $t_3=360$ - $t_4=2$