Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ciencia de la Computación
IIC2523 — Sistemas Distribuidos

Interrogación 2 (2026-1)

Jueves 18 de Junio 2026

Instrucciones

- La evaluación consta de 19 preguntas de alternativas y 3 de desarrollo, dando un total de 31 puntos. Para obtener el 7.0 en la evaluación, se deben tener 30 puntos.
- Recibirás una hoja de respuestas que deberás rellenar con tus datos y las respuestas correspondientes a cada alternativa. Solo se corregirá la hoja de respuestas. **Ten mucha precaución de anotar correctamente tus datos y respuestas**. Luego, en la sección de desarrollo, se incluye el espacio necesario para responder las 3 preguntas de desarrollo. **Debes entregar esta hoja también**.
- Puedes separar la hoja de respuesta del enunciado para responder con mayor facilidad, pero debes garantizar que las respuestas de dicha hoja no queden a la vista de los demás estudiantes.
- A no ser que se indique lo contrario, cada pregunta de selección múltiple tiene únicamente 1 alternativa correcta. Responder con 2 o más alternativas implicará dejar inválida esa pregunta y se considerará incorrecta.
- Si te equivocas con una alternativa, puedes poner una cruz encima de ella y pintar la correcta. Se asignará el puntaje a aquella que **no tiene la cruz encima**.
- Solo podrás retirarte de la sala una vez hayan transcurrido 30 minutos desde el inicio de la evaluación.
- Durante la evaluación se realizarán 2 rondas de preguntas. Estas preguntas únicamente serán respondidas por el profesor del ramo. La primera ronda comenzará 40 minutos después de empezar la prueba, se recomienda leer el enunciado antes de la primera ronda.
- Puedes devolver el enunciado si quieres que este sea reciclado.

Selección múltiple (19 puntos)

1. Se desea investigar un laboratorio de análisis forense donde la computadora central procesa registros de evidencia digital. Algunos módulos de procesamiento pueden fallar de manera aleatoria. Para garantizar que los resultados sean confiables, deciden implementar un sistema de redundancia de *hardware* basado en *Triple Modular Redundancy*.

   Si se amplía este enfoque a 5 módulos de procesamiento, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe **correctamente** cómo se determina el **resultado final y la tolerancia a fallos**?

   A) Se monitorean los módulos en paralelo y cualquier módulo que falle se reemplaza inmediatamente por un repuesto, asegurando que siempre funcionen los 5 módulos activos.

   B) Se agregan 5 bits de paridad a los datos procesados por cada módulo para detectar errores y corregirlos automáticamente.

   C) Cada módulo repite 5 veces los cálculos y el resultado se acepta solo si todas las ejecuciones coinciden en esas 5 ejecuciones.

   D) Cada módulo envía su resultado a un votante; el resultado que obtenga mayoría de 3 o más módulos se considera correcto, permitiendo tolerar hasta 2 fallos simultáneos.

   E) Ninguna de las anteriores.

2. Se diseñan distintos sistemas con objetivos específicos de confiabilidad:

   - **E1**: Un catálogo de películas debe estar accesible para los usuarios en cualquier momento del día. Ocasionalmente puede producirse un error al cargar una página, pero normalmente basta con reintentar la operación para continuar utilizándolo.
   - **E2**: Un sistema de control industrial opera maquinaria pesada, y una falla podría provocar daños al personal o a las instalaciones.
   - **E3**: Una aplicación basada en microservicios debe permitir corregir errores y desplegar actualizaciones de manera rápida y sencilla cuando se detectan problemas en alguno de sus componentes.

   ¿Cuál alternativa asocia **correctamente** cada situación con la **propiedad principal de confiabilidad** que se está abordando?

   A) E1 $\rightarrow$ Fiabilidad; E2 $\rightarrow$ Seguridad; E3 $\rightarrow$ Mantenibilidad.

   B) E1 $\rightarrow$ Fiabilidad; E2 $\rightarrow$ Mantenibilidad; E3 $\rightarrow$ Seguridad.

   C) E1 $\rightarrow$ Fiabilidad; E2 $\rightarrow$ Seguridad; E3 $\rightarrow$ Disponibilidad.

   D) E1 $\rightarrow$ Disponibilidad; E2 $\rightarrow$ Seguridad; E3 $\rightarrow$ Mantenibilidad.

   E) E1 $\rightarrow$ Seguridad; E2 $\rightarrow$ Fiabilidad; E3 $\rightarrow$ Mantenibilidad.

3. En un clúster distribuido, se necesitan mecanismos para detectar nodos que han dejado de funcionar. Se observan dos estrategias posibles:

   I. Exigir que cada mensaje entre nodos deba ser respondido dentro de un período de tiempo determinado. Si un mensaje no requiere respuesta, el receptor deberá igualmente enviar un ACK (Acknowledgment). Si la respuesta o ACK no llega dentro del tiempo establecido, se asume que el nodo ha fallado.

   II. Añadir un sistema de monitoreo que envía periódicamente un mensaje a cada nodo solicitando confirmación de que sigue operativo. Si algún nodo no responde a dicho mensaje, se interpreta que el nodo ha fallado.

   ¿Cuál de las siguientes alternativas describe **correctamente la diferencia** entre estas dos estrategias?

   A) La primera estrategia se basa en *Heartbeat*, mientras que la segunda se basa en *Probe*.

   B) La primera estrategia se basa en *Timeout*, mientras que la segunda se basa en *Probe*.

   C) La primera estrategia se basa en *Probe*, mientras que la segunda se basa en *Heartbeat*.

   D) Tanto la primera como la segunda estrategia se basan en *Probe*.

   E) Tanto la primera como la segunda estrategia se basan en *Heartbeat*.

4. Una plataforma de noticias cuenta con cuatro servidores, A, B, C y D, que replican información entre sí. En un instante T, los servidores A y B publican de forma concurrente noticias distintas: A publica “Noticia A” y B publica “Noticia B”. En un instante posterior $T_2 > T$, ambas operaciones son confirmadas como finalizadas.

   Más adelante, en un instante $T_3 > T_2$, se consulta el contenido almacenado en los servidores C y D. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **correcta** respecto de esta situación?

   I. Se violan la consistencia fuerte y la consistencia secuencial si el servidor C indica que únicamente existe la “Noticia A”, mientras que el servidor D indica que únicamente existe la “Noticia B”.

   II. Se viola la consistencia secuencial, pero no la consistencia fuerte, si tanto C como D indican que ambas noticias fueron publicadas, pero C registra primero la “Noticia A” y luego la “Noticia B”, mientras que D registra primero la “Noticia B” y luego la “Noticia A”.

   III. Se respeta la consistencia fuerte si tanto el servidor C como el servidor D indican que la “Noticia A” fue publicada antes que la “Noticia B”.

   A) Solo I.

   B) Solo II.

   C) I y II.

   D) I y III.

   E) I, II y III.

5. Una empresa mantiene un servicio distribuido replicado en varios nodos. Durante una reunión de arquitectura se plantean los siguientes escenarios:

   - **Escenario 1**: Se desea que cualquier réplica pueda responder consultas de los usuarios. Para ello, todas las réplicas deben ejecutar las mismas operaciones, aunque el orden de dichas operaciones no necesariamente coincida con el tiempo real en que fueron solicitadas.
   - **Escenario 2**: Se desea garantizar que todas las réplicas procesen las operaciones en el mismo orden para mantener consistencia secuencial, evitando al mismo tiempo que un único nodo sea responsable de ejecutar todas las solicitudes.

   Respecto a los mecanismos de replicación activa y pasiva, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es **correcta**?

   A) El escenario 1 se resuelve mediante replicación activa, mientras que el escenario 2 se resuelve mediante replicación pasiva.

   B) El escenario 1 se resuelve mediante replicación pasiva, mientras que el escenario 2 se resuelve mediante replicación activa.

   C) El escenario 1 puede resolverse mediante replicación activa o pasiva, mientras que el escenario 2 se resuelve mediante replicación pasiva.

   D) Ambos escenarios se resuelven mediante replicación pasiva.

   E) Ambos escenarios se resuelven mediante replicación activa.

6. Un sistema distribuido utiliza replicación basada en quórum sobre un conjunto de N réplicas. Para este protocolo, asuma que RQ representa la cantidad de nodos encargados de las operaciones de lectura, mientras que WQ representa la cantidad de nodos encargados de las operaciones de escritura.

   Respecto a este mecanismo, ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son **correctas**? Asuma que RQ y WQ siempre cumplen: $1 < RQ < N$ y $1 < WQ < N$

   I. Una operación de lectura realizada por algún nodo X puede completarse consultando únicamente la réplica local del nodo X, pero si la lectura viene de un cliente, este debe consultar los RQ nodos.

   II. Para que una lectura obtenga siempre la versión más actualizada de un dato, se espera que $RQ + WQ$ sea mayor que la cantidad total de nodos (N).

   III. Es posible que algunas réplicas mantengan datos desactualizados, aun cuando el sistema preserve consistencia secuencial.

   A) Solo I.

   B) Solo III.

   C) I y II.

   D) II y III.

   E) I, II y III.

7. Una empresa desea implementar una aplicación de catálogo de productos distribuida geográficamente. Debido al volumen de usuarios y a la necesidad de mantener el servicio disponible, se acepta que distintas réplicas puedan mostrar temporalmente versiones diferentes de un mismo producto, siempre que, una vez detenidas las actualizaciones, todas las réplicas eventualmente converjan al mismo estado.

   ¿Cuáles de los siguientes mecanismos **garantizan** esta propiedad de **consistencia** para el sistema?

   I. *Gossip* con inclusión de vectores lógicos en los mensajes.

   II. Replicación pasiva con la restricción de realizar operaciones de lectura en cualquier nodo y operaciones de escritura solo en un nodo.

   III. Replicación activa con la restricción de que todos los nodos se encuentren sincronizados mediante NTP.

   A) Solo I.

   B) Solo III.

   C) I y II.

   D) I y III.

   E) I, II y III.

8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones refleja **correctamente** una de las **propiedades ACID** en el contexto de transacciones distribuidas?

   A) Cumplir atomicidad asegura que una transacción se ejecute completamente o no se ejecute en absoluto, incluso en múltiples nodos.

   B) Cumplir durabilidad implica que los cambios de una transacción se mantengan solo mientras todos los nodos estén activos.

   C) Cumplir consistencia y aislamiento simultáneamente permite que las transacciones compartan resultados intermedios durante su ejecución siempre y cuando los estados inicial y final sean válidos.

   D) Cumplir aislamiento implica que una transacción (T_1) puede leer el valor de una variable que otra transacción (T_2) creó, pero T_1 solo podrá hacer commit una vez T_2 haya hecho commit. En otro caso, T1 deberá abortar.

   E) Cumplir consistencia implica que la transacción siempre termine en un estado que no viole las reglas del sistema, pero no restringa el estado de inicio de dicha transacción.

9. ¿Qué significa que un sistema distribuido **cumpla** con la propiedad de ***one-copy serializability***?

   A) Que basta con que al menos una copia refleje el resultado correcto de todas las transacciones ejecutadas una después de otra.

   B) Que las transacciones deben ejecutarse y validarse en un único nodo antes de propagar los cambios a los demás.

   C) Que el comportamiento del sistema debe ser indistinguible de uno donde solo existiera una única copia de los datos.

   D) Que el orden de ejecución de las transacciones puede ser distinto por réplica siempre y cuando se ejecuten todas o ninguna.

   E) Ninguna de las anteriores.

10. Una empresa de libros a nivel internacional utiliza transacciones distribuidas para mantener un estado consistente del inventario. Para hacer *commit* de una transacción, se selecciona un nodo coordinador, quien debe recibir la confirmación de todos los demás nodos indicando que están preparados para confirmar la operación. Sin embargo, antes de enviar la decisión final a los demás nodos, el coordinador sufre una falla y queda fuera de servicio por un tiempo prolongado.

    ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe **correctamente** el comportamiento esperado de los protocolos ***Two-Phase Commit* (2PC)** y ***Three-Phase Commit* (3PC)** ante esta situación?

    A) En 2PC los participantes pueden quedar bloqueados esperando la decisión final, mientras que en 3PC los participantes pueden avanzar hacia una decisión sin esperar al coordinador.

    B) Tanto 2PC como 3PC obligan a los participantes a esperar indefinidamente hasta que el coordinador vuelva a estar disponible.

    C) En 2PC la transacción se confirma automáticamente después de un timeout, mientras que en 3PC se aborta automáticamente.

    D) Tanto 2PC como 3PC garantizan que los participantes llegarán inmediatamente a la misma decisión aun cuando el coordinador falle.

    E) En 2PC los nodos eventualmente abortarán la transacción, mientras que 3PC definirá un nuevo coordinador para concluir con esta transacción.

11. Un equipo de trabajo utiliza una pizarra digital donde varios usuarios pueden modificar notas simultáneamente. El sistema debe garantizar que todos los cambios concurrentes se integren correctamente, de manera que al final todos los usuarios vean la misma pizarra, sin importar el orden en que se realizaron los cambios y sin intervención manual.

    ¿Qué estrategia de resolución de conflictos es la **adecuada** para este sistema?

    A) *Last Write Wins*.

    B) *Merge manual*.

    C) Versiones.

    D) *Operational Transformation*.

    E) Ninguna de las anteriores.

12. Un hospital utiliza un sistema digital para registrar continuamente el estado de los pacientes. Personal médico y múltiples sensores registran distintos tipos de información (signos vitales, medicación administrada, observaciones clínicas, entre otros) en la base de datos del paciente. La cantidad de información generada es tan alta que el sistema está limitado a guardar un único registro por paciente con toda su información. Además, el sistema debe estar disponible en todo momento, incluso cuando no hay personal supervisando los datos, y cualquier pérdida o combinación incorrecta de información podría afectar seriamente la atención de los pacientes.

    El problema surge cuando varias personas o sensores actualicen información del paciente simultáneamente. ¿Cuál de las siguientes estrategias sería la más **adecuada** para evitar conflicto, respetando las condiciones del sistema?

    A) Aplicar *Last Write Wins*.

    B) Utilizar *Merge* manual.

    C) Utilizar versionamiento.

    D) Aplicar control pesimista.

    E) Ninguna de las anteriores.

13. Una aplicación para gestionar distintos eventos durante las vacaciones cuenta con servidores distribuidos regionalmente para optimizar la experiencia de los usuarios. Los participantes pueden consultar el calendario de eventos desde el servidor más cercano, lo que garantiza una carga muy rápida, aunque ocasionalmente la información puede estar desactualizada. Para publicar nuevos eventos, las solicitudes se envían primero al servidor central, que valida cada evento antes de distribuirlo a los servidores regionales, lo que genera un retraso en que el evento sea visto por todos los usuarios.

    Si alguna región pierde conexión con el servidor central, los usuarios no pueden consultar el calendario ni ver los eventos disponibles en su servidor regional, pero sí pueden publicar nuevos eventos. Estos eventos quedan registrados en el servidor regional, pero una vez restablecida la conexión, el servidor central valida esos eventos y puede eliminarlos si no cumplían las políticas.

    ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **correcta** respecto a la descripción del sistema bajo el teorema **PACELC**?

    A) Para lectura de eventos es PC/EC y para publicación de eventos es PA/EL.

    B) Para lectura de eventos es PC/EL y para publicación de eventos es PA/EC.

    C) Para lectura de eventos es PC/EL y para publicación de eventos es PC/EC.

    D) Para lectura de eventos es PA/EC y para publicación de eventos es PC/EC.

    E) Para lectura de eventos es PC/EC y para publicación de eventos es PC/EL.

14. Una plataforma social se diseña como un sistema distribuido. Las acciones de los usuarios (comentarios, votos, reportes) son enviadas a la réplica más cercana, y luego sincronizadas de forma eventual gracias al protocolo *gossip*. Esto les garantiza que la velocidad de publicación se mantenga muy alta.

    Los diseñadores afirman que este enfoque de consistencia eventual es la evidencia que el teorema CAP no es válido para su diseño, porque incluso en particiones se logra mantener la consistencia y disponibilidad simultáneamente. Además, señalan que incluso cuando no hay particiones, usar un protocolo de replicación *gossip* garantiza que el sistema no esté sujeto a las limitaciones descritas por el teorema PACELC.

    Durante una auditoría se encuentra que, bajo particiones, algunos comentarios eliminados por violar reglas de la plataforma siguen siendo visibles desde otras regiones por algunos minutos, pero los diseñadores del sistema afirman que este problema no corresponde a ser analizado desde el teorema CAP ni PACELC, sino que deben analizarlo aplicando otros tipos de teorema.

    ¿Cuáles son los **principales errores** en el **razonamiento** del equipo de diseño?

    I. Indicar que la sincronización eventual garantiza consistencia en el teorema CAP.

    II. Excluir al teorema PACELC al momento de analizar el problema de los comentarios visibles ante particiones.

    III. Afirmar que la sincronización eventual es gracias al protocolo gossip.

    A) Solo I.

    B) Solo III.

    C) I y II.

    D) II y III.

    E) I, II y III.

15. Cristian, un conocido *influencer* dedicado a publicar contenido sobre Cobreloa, estaba usando su computador cuando recordó que debía modificar el título de un video que había publicado días antes en Youtube. Más tarde, al revisar ese mismo video desde su celular, notó que el título seguía siendo el anterior. Pensó que algo había fallado, pero luego descubrió que su celular nunca estuvo conectado a la Internet para poder interactuar con la red de Youtube. Una vez que la conexión se restableció, el nuevo título se actualizó correctamente en su celular.

    ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe **correctamente** esta situación con el título del video?

    A) Se violó *Writes Follow Reads*.

    B) Se violó *Monotonic Writes*.

    C) Se violó *Monotonic Reads*.

    D) Se violó *Read Your Writes*.

    E) No se violó ninguna de las garantías de sesión.

16. Una empresa utiliza una plataforma distribuida para almacenar contratos digitales. Un auditor detecta que:

    - Los contratos siguen siendo accesibles para los usuarios autorizados.
    - No existen evidencias de accesos no autorizados a los documentos.
    - Algunos contratos presentan modificaciones que no fueron realizadas por usuarios legítimos.

    ¿Cuál de los siguientes **pilares de seguridad** se encuentra principalmente **comprometido**?

    A) Confidencialidad.

    B) Disponibilidad.

    C) No repudio.

    D) Integridad.

    E) Autenticación.

17. Una empresa de comercio electrónico sufrió un incidente de seguridad durante un fin de semana. Inicialmente, desde una única dirección IP se generó un volumen masivo de solicitudes al sistema, provocando que gran parte de los usuarios legítimos no pudiera acceder al servicio. A pesar de ello, algunos usuarios lograron ingresar utilizando credenciales válidas. Días después, una investigación reveló que uno de esos usuarios había instalado un programa malicioso que registraba todos los mensajes recibidos por el sistema y los enviaba a un servidor externo. Sin embargo, los atacantes no lograron comprender el contenido de dichos mensajes debido a las medidas de protección existentes.

    Considerando los mecanismos de defensa estudiados en el curso, ¿cuáles de los siguientes mecanismos deberían fortalecerse para prevenir o detectar oportunamente los incidentes descritos?

    I. Cifrado.

    II. Autenticación.

    III. Monitoreo.

    A) Solo I.

    B) Solo III.

    C) I y III.

    D) II y III.

    E) I, II y III.

18. Respecto a la simulación del **protocolo *Gossip*** implementada en la primera parte de la Tarea 3 del curso, **seleccione todas las alternativas correctas**.

    Importante: En esta pregunta hay más de una afirmación correcta. Se otorgará puntaje únicamente si seleccionas **todas las correctas**. En otro caso, el puntaje será 0 en esta pregunta.

    A) Si en un mismo instante llegan dos actualizaciones para una misma variable, originadas por eventos *write* realizados en tiempos distintos, prevalece la actualización cuyo *write* original fue emitido más recientemente.

    B) Si un nodo tiene un período de propagación igual a 3, entonces propagará por primera vez en el tiempo 3 y posteriormente en los siguientes múltiplos: 6, 9, 12, etc.

    C) Si una variable cambia de valor, el nodo debe propagar la totalidad de su base de datos cuando corresponda realizar una propagación.

    D) Si una variable propagó por última vez el valor `x = 1`, luego cambia localmente a `x = 2` y posteriormente vuelve a `x = 1` antes de la siguiente propagación, la variable sigue considerándose modificada.

    E) Si un nodo recibe nuevamente una actualización originada por un cliente que ya había aplicado con anterioridad, debe volver a procesarla para asegurar la consistencia del sistema.

19. Respecto al análisis de **modelos de consistencia** implementado en la segunda parte de la Tarea 3 del curso, **seleccione todas las alternativas correctas**.

    Importante: En esta pregunta hay más de una afirmación correcta. Se otorgará puntaje únicamente si seleccionas **todas las correctas**. En otro caso, el puntaje será 0 en esta pregunta.

    A) Un evento `CHECK` realizado en el tiempo t debe considerar todos los eventos `WRITE` y `READ` ocurridos estrictamente antes de t.

    B) En un mismo instante de tiempo t, no puede ocurrir simultáneamente una escritura y una lectura de una misma variable en un nodo.

    C) Si una lectura retorna un valor distinto de `None` y dicho valor no puede asociarse a ningún evento `WRITE` entre los nodos considerados en el `CHECK`, existe evidencia de incumplimiento tanto de consistencia eventual como de consistencia causal.

    D) Para facilitar la trazabilidad de las operaciones, no existirán dos eventos `WRITE` sobre una misma variable que escriban exactamente el mismo valor.

    E) Si una variable no posee eventos `READ` ni `WRITE` en algún nodo, dicho nodo no aporta evidencia para determinar que se ha violado alguna propiedad de consistencia.

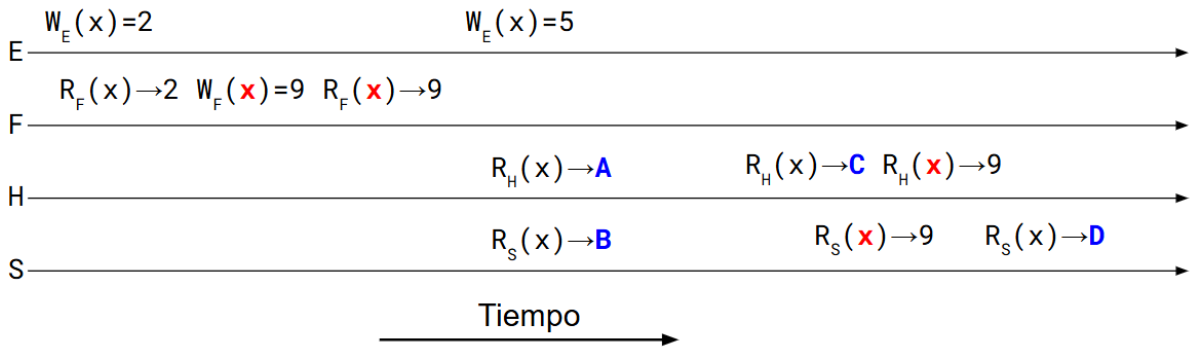
Desarrollo (12 puntos)

Nombre completo: _____

RUT: _____ N° lista: _____

1. (2 puntos) A partir del siguiente diagrama, indique posibles valores en A, B, C y D que permitan cumplir ciertas condiciones en la consistencia. Para esto, solamente puede considerar los siguientes valores: *Null*, 2, 9 y 5. En caso de que no exista una secuencia de valores que cumpla la condición solicitada, justifique tal situación.

   Para determinar si se cumple o no una consistencia, debes aplicar las mismas reglas respecto a los *read* y *write* que las indicadas en clases o en la tarea 3. Ambas formas dan el mismo resultado.

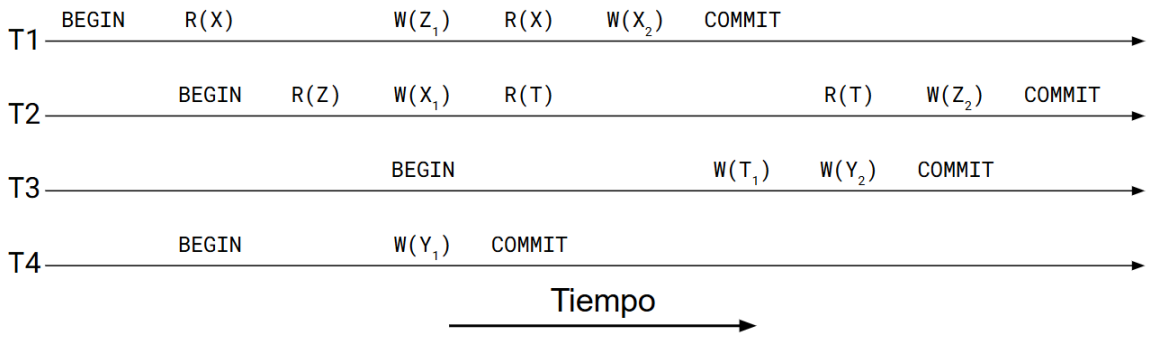


   - Se respeta consistencia causal, pero hay evidencia de que se incumple consistencia secuencial.

   - Se respeta consistencia eventual.

2. (6 puntos) Dispones de una base de datos de 4 variables: T_0, X_0, Y_0, Z_0. Dentro de esta base solo ocurren transacciones donde $R(P)$ representa la lectura de la variable P y $W(E_n)$ representa la escritura de la variable E para que tome el valor E_n.

   Considera el siguiente flujo de 4 transacciones:

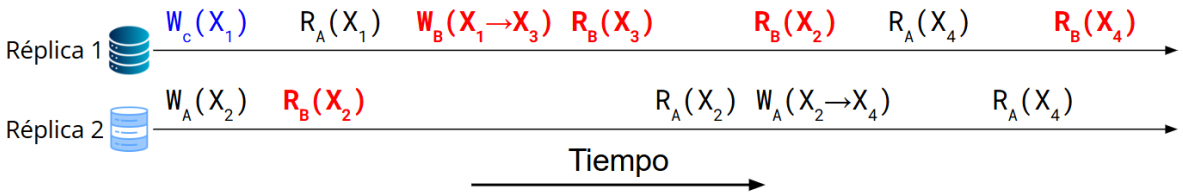


   Analiza este sistema con los 3 mecanismos de control de concurrencia vistos en el curso: pesimista, optimista con validación *forward* y optimista con validación *backward*. Para cada mecanismo indica el estado final de la base de datos, por ejemplo, si X será X_0, X_1 o X_2 y así para T, X, Y y Z.

   Considere, para el mecanismo optimista, que si una transacción no puede hacer *commit* producto de su validación, esta va a abortar inmediatamente.

Ítem	Pesimista	Optimista *forward*	Optimista *backward*
Valor de T			
Valor de X			
Valor de Y			
Valor de Z			

3. (4 puntos) Considerando el cliente B, indique si se cumple o no cada propiedad de **consistencia centrada en el cliente**. Para cada respuesta justifique con evidencia presente en el diagrama (no es necesario explicar la propiedad).



Propiedad	Cumple o no cumple	Justificación
Monotonic Reads		
Read Your Writes		
Monotonic Writes		
Writes Follow Reads		

Competencia (por *stickers*)

Nombre completo: _____

RUT: _____ N° lista: _____

Si ya finalizaste la prueba y quieres distraerte un poco, puedes competir terminando el dibujo. El/los mejores serán ganadores de *stickers*. Esta actividad es **100 % opcional** y no se dará tiempo extra para su desarrollo. **Tampoco se dará tiempo extra para la prueba producto de invertir el tiempo en esta competencia en vez de la evaluación.**

La selección de los ganadores será realizada por el cuerpo docente y los únicos requisitos son

1. Dibujar algo apto para todo público (SFW), es decir, no se acepta nada obsceno o grosero.
2. No dibujar un sombrero.

No es un sombrero, es _____

