Definición

Cada elemento de la base de datos, X, debe asociarse a dos *timestamp* y un bit extra.

- RT(X): tiempo de lectura, el timestamp más alto de una transacción que ha leído X
- WT(X): tiempo de escritura, el timestamp más alto de una transacción ha escrito X
- C(X): bit de commit para X, es verdadero si y sólo si la transacción más reciente que escribió X ha realizado commit

Comportamiento Físicamente Irrealizable

- El planificador asume que el orden de llegada de las transacciones es el orden serial en que deberían parecer que se ejecutan.
- El planificador además de asignar timestamps y actualizar RT, WT y C para cada elemento de una transacción, debe verificar que cuando ocurre una lectura o escritura también podría haber ocurrido si cada transacción se hubiera realizado instantáneamente al momento del timestamp.

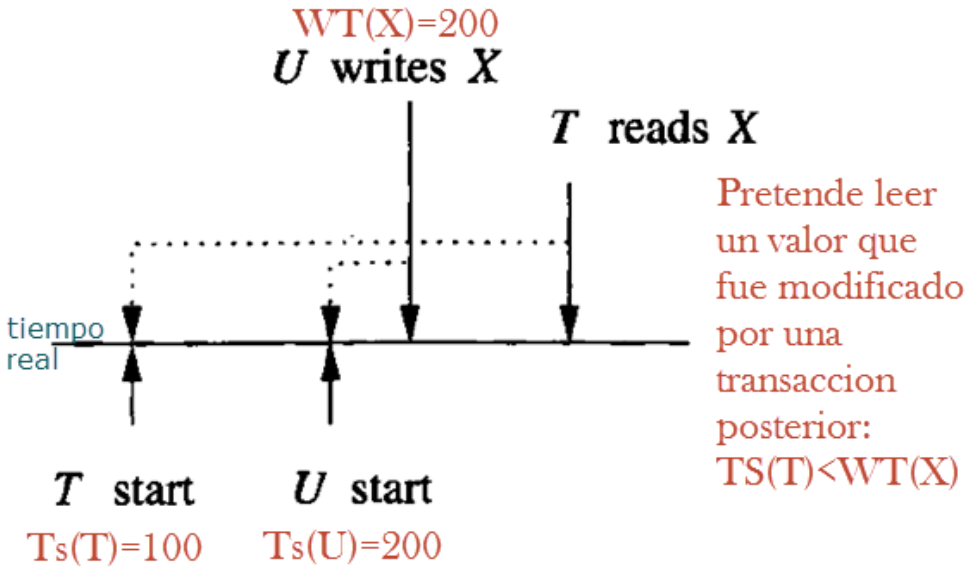
Definición

Si eso no ocurre entonces el comportamiento se denomina: **físicamente irrealizable**.

Comportamiento Físicamente Irrealizable

Read too Late

- TS(T) < WT(X)
- Una transacción T intenta leer X pero el valor de escritura indica que X fue escrito después de que teóricamente debería haberlo leído T.

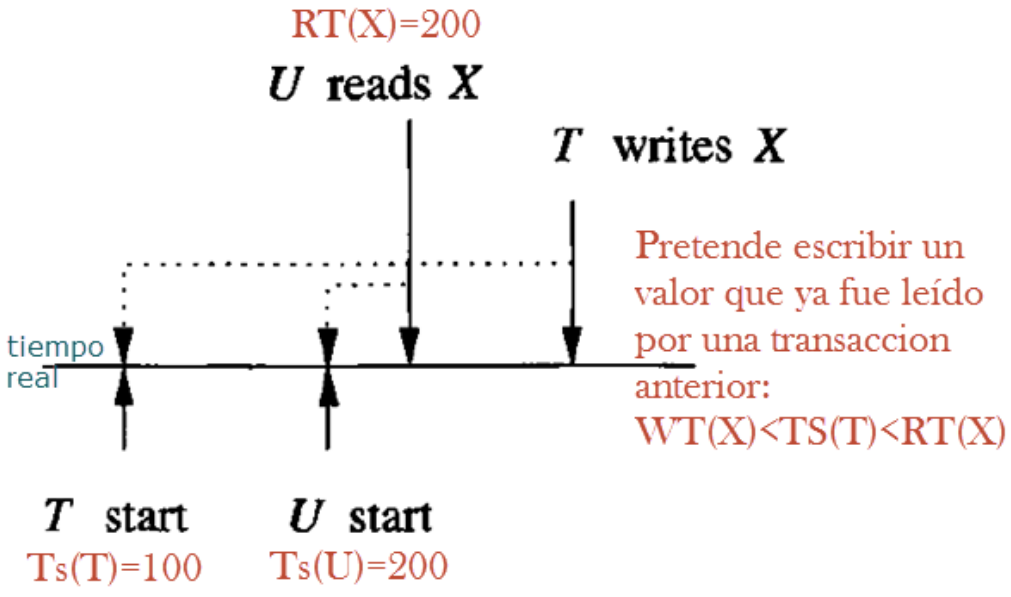


T debe abortar

Comportamiento Físicamente Irrealizable

Write too Late

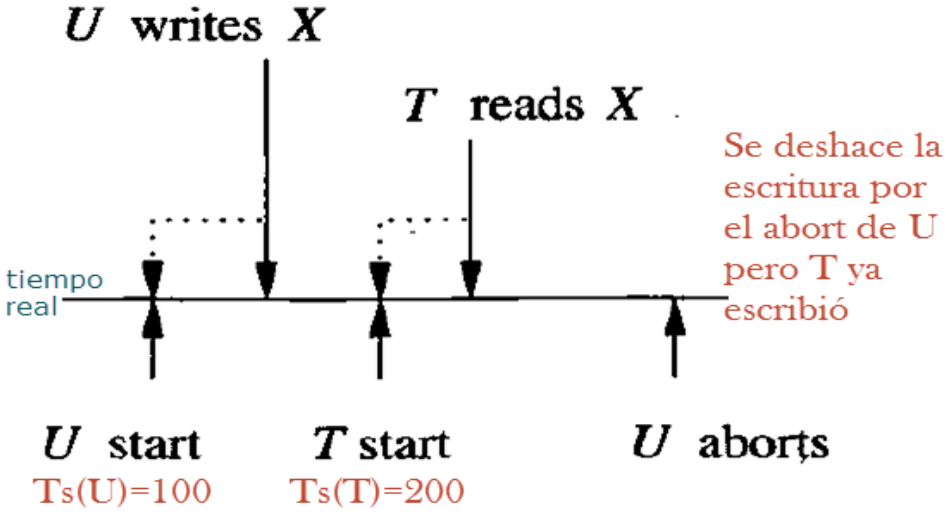
- WT(X) < TS(T) < RT(X).
- T intenta escribir pero el tiempo de lectura de X indica que alguna otra transacción debería haber leído el valor escrito por T (lee otro valor en su lugar).



T debe abortar

Dirty data (Lectura Sucia)

Definición: Una lectura sucia ocurre cuando se le permite a una transacción la lectura de un elemento que ha sido modificado por otra transacción concurrente pero que todavía no ha sido cometida (commit).



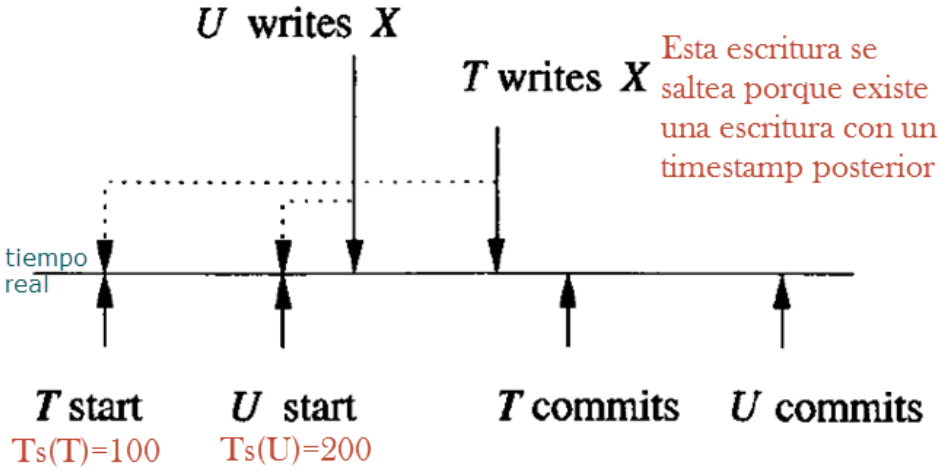
Dirty Data

Por lo tanto, aunque no hay nada **físicamente irrealizable** sobre la lectura de X por parte de T, es mejor retrasar la lectura hasta que U realice el commit o aborte

Regla de escritura de Thomas

Thomas write rule

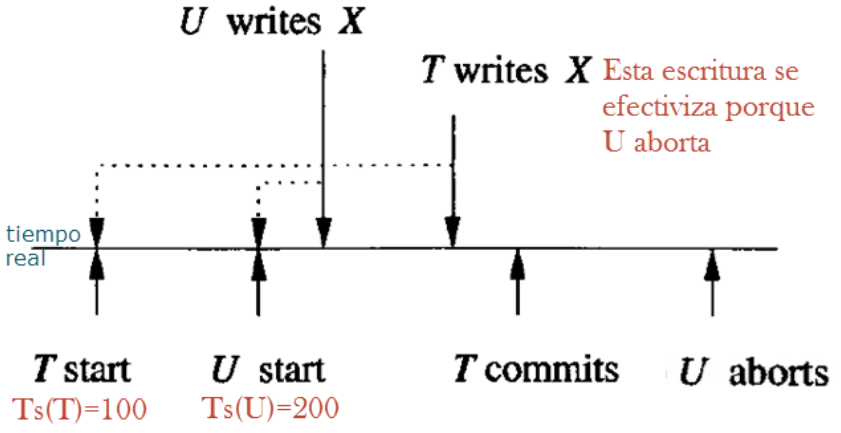
La escritura puede “saltearse” cuando ya existe una escritura de una transacción con un timestamp de mayor valor.
Es decir cuando WT(X) > TS(T)



¿Que sucede si U realiza *abort* en vez de *commit*?

Problema si U aborta

Cuando una transacción U escribe un elemento X, la escritura es **tentativa** y **puede ser deshecha si U aborta**. C(X) se pone falso y el planificador hace una copia de los valores de X y de WT(X) previos.



Reglas para el planificador

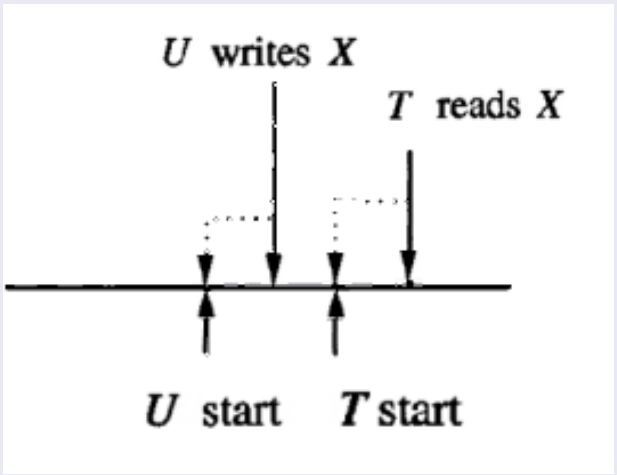
Ante la solicitud de una transacción T para una lectura o escritura, el planificador puede:

1. Conceder la solicitud
2. Abortar y reiniciar T con un nuevo timestamp (rollback)
3. Demorar T y decidir luego si abortar o conceder la solicitud (si el requerimiento es una lectura que podría ser sucia).

Reglas para el planificador

El planificador recibe una solicitud de **lectura** $r_t(X)$.

Caso 1: Si TS(T) >= WT(X) - es **físicamente realizable** es decir, no sucede read too late

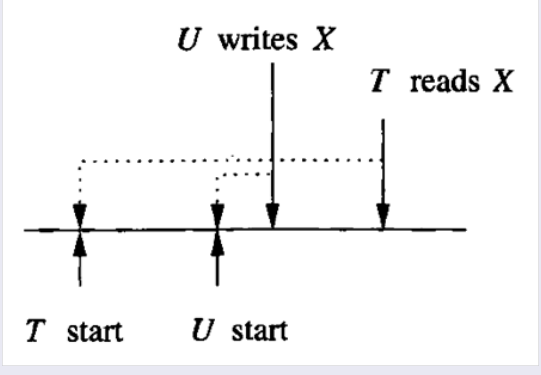


1. Si **C(X) es True**, conceder la solicitud. Si TS(T)>RT(X) hacer RT(X)=TS(T), de otro modo no cambiar RT(X).
2. Si **C(X) es False** demorar T hasta que C(X) sea verdadero o la transacción que escribió a X aborte.

Reglas para el planificador

El planificador recibe una solicitud de **lectura** $r_t(X)$.

Caso 2: Si TS(T) < WT(X) - es **físicamente irrealizable** (***read too late***)

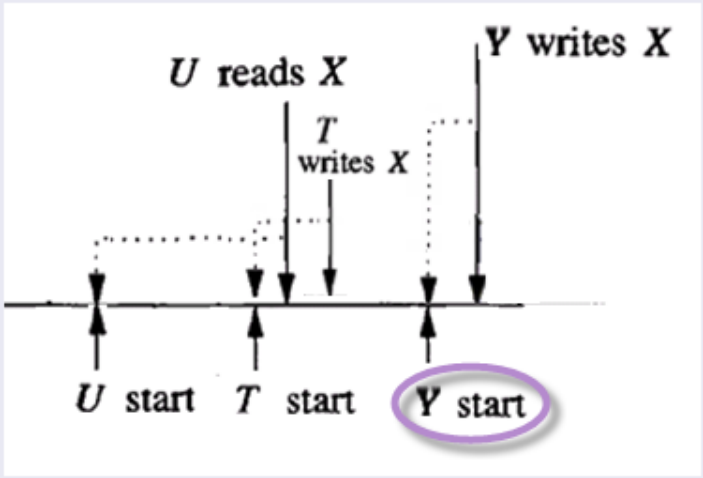


Se hace **Rollback T** (abortar y reiniciar con un nuevo timestamp).

Reglas para el planificador

El planificador recibe una solicitud de **escritura** $w_t(X)$.

Caso 1: Si TS(T) >= RT(X) y TS(T) >= WT(X) - es **físicamente realizable**, es decir, no sucede write too late

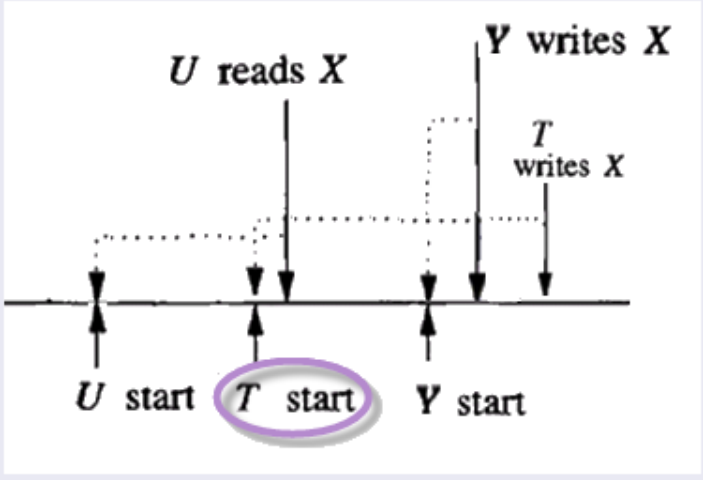


1. Escribir el nuevo valor para X
2. WT(X) := TS(T), o sea asignar nuevo WT a X.
3. C(X):= false, o sea poner en falso el bit de commit.

Reglas para el planificador

El planificador recibe una solicitud de **escritura** $w_t(X)$.

Caso 2: Si $TS(T) >= RT(X)$ pero $TS(T) < WT(X)$ - es **físicamente realizable**, pero ya hay un valor posterior en X.

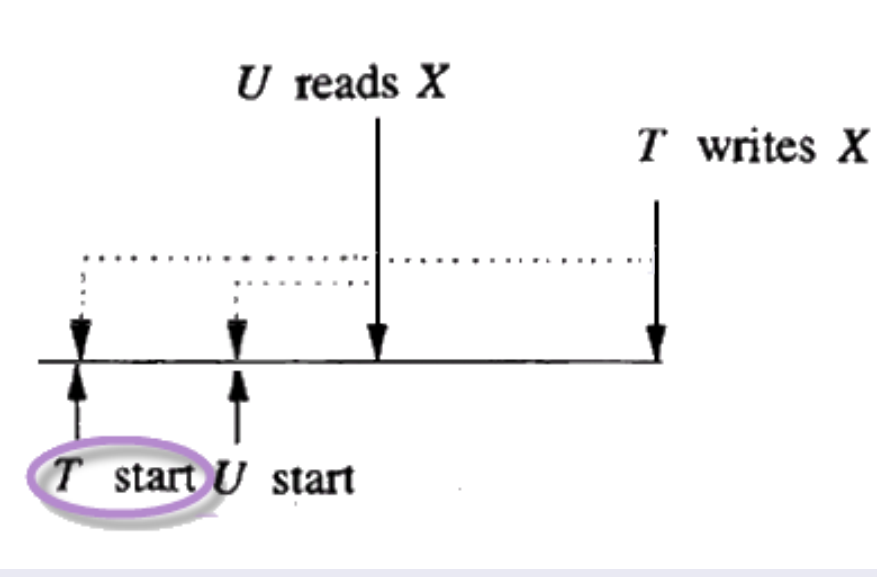


1. Si C(X) es true, ignora la escritura.
2. Si C(X) es falso demorar T hasta que C(X) sea verdadero o la transacción que escribió a X aborte

Reglas para el planificador

El planificador recibe una solicitud de **escritura** $w_t(X)$.

Caso 3: Si TS(T) < RT(X) - es **físicamente irrealizable**, es decir, write too late.



Se hace **Rollback T** (abortar y reiniciar con un nuevo timestamp).

Reglas para el planificador

El planificador recibe una solicitud de commit $C(T)$.

Para cada uno de los elementos X escritos por T se hace:

- C(X) := true.
- Se permite proseguir a las transacciones que esperan a que X sea committed

Reglas para el planificador

El planificador recibe una solicitud de abort o rollback A(T) o R(T).

Cada transacción que estaba esperando por un elemento X que T escribió debe repetir el intento de lectura o escritura y verificar si ahora el intento es legal

Planificador multiversión

Definición

- Variación del mecanismo de timestamp que mantiene versiones antiguas de los elementos de la base de datos
- Permite RT(X) que en otras ocasiones causarían que la transacción T aborte debido a que la versión actual de X fue escrita por una transacción posterior.
- Permite leer la versión de X apropiada según el timestamp de T.

Planificador multiversión

Considerando las reglas anteriores...

- Cuando ocurre $w_t(X)$, si es legal (**segun las reglas vistas**) entonces se crea una nueva versión del elemento X. Su tiempo de escritura es Ts(T) y nos referimos a él como X_t , donde $t = TS(T)$.
- Cuando ocurre una lectura $r_t(X)$ el planificador busca una versión X_t de X tal que $t <= TS(T)$ y que no haya otra versión X'_t tal que $t < t' <= TS(T)$.
- Los tiempos de escritura están asociados a versiones de un elemento y nunca cambian.
- Los tiempos de lectura también son asociados con versiones. Lo podemos notar como $X_{t,tr}$ (donde tr es el último tiempo de lectura de X_t) . Una transacción T' que quiere escribir debe hacer rollback cuando existe alguna $X_{t,tr}$ tal que $t < TS(T')$ y $tr > TS(T')$

Planificador con validación

Definición

- Se debe tener para cada transacción T los conjuntos:
  1. $R_S(T)$ elementos leídos por T.
  2. $W_S(T)$ elementos escritos por T.
- Transacciones se ejecutan en 3 fases:
  1. **Lectura**: Lee desde la base de datos todos los elementos en su $R_S(T)$. Calcula en su espacio de direcciones local los elementos a escribir.
  2. **Validación**: el planificador valida la transacción comparando su R_S y W_S con los de otras transacciones. Si la validación falla se ejecuta un rollback y se reinicia, sino se pasa al paso 3.
  3. **Escritura**: Los elementos de W_S son escritos en la base de datos.

Planificador con validación

Definición

El planificador mantiene tres conjuntos:

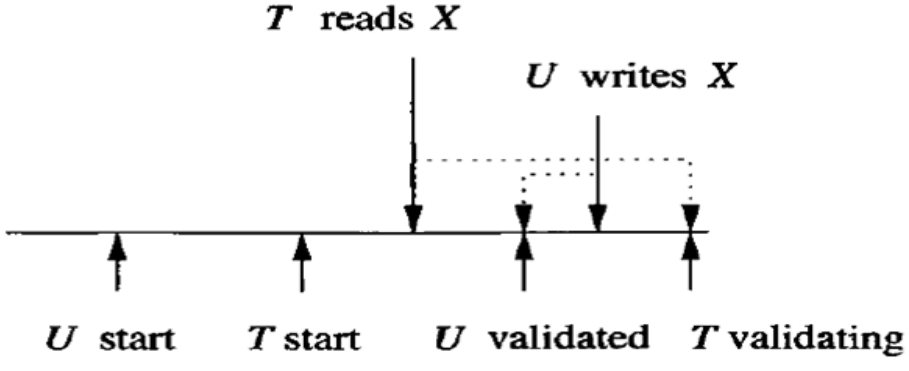
1. **START**: conjunto de transacciones que han comenzado pero aún no completaron la validación. Para cada transacción T en este conjunto se mantiene START(T) que es el tiempo en el cual T comenzó.
2. **VAL**: el conjunto de transacciones que han sido validadas pero aún no finalizaron la fase de escritura. Para cada transacción T en este conjunto se mantienen dos valores START(T) y VAL(T). Este último es el tiempo en el cual T es validada
3. **END**: el conjunto de transacciones que han completado la fase 3. El planificador mantiene para estas transacciones START(T), VAL(T) y END(T). Este conjunto, que crecería indefinidamente, puede ser limpiado eliminado aquellas transacciones T tales que para cualquier transacción activa U pase que END(T) < START(U)

Planificador con validación

¿Qué puede ir mal?

Supongamos una transacción U y una transacción T tal que:

- **U está en VAL o END**; o sea: **U** fue validada
- **END(U) > START(T)**, **U** no terminó antes que el comienzo de T
- $R_S(T) \cap W_S(U)$ no es vacío.



Ejemplo

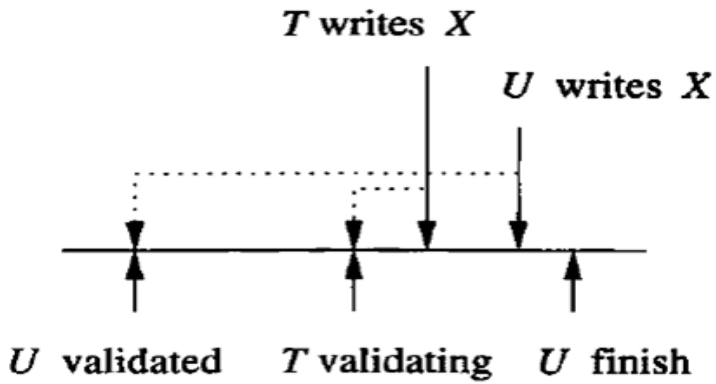
T no puede validar si una transacción anterior está escribiendo algo que T debería haber leido.
Por lo tanto **T aborta**

Planificador con validación

¿Qué puede ir mal?

Supongamos una transacción U y una transacción T tal que:

- **U está en VAL o END**; o sea: **U** fue validada exitosamente
- **END(U) > VAL(T)**, **U** no terminó antes de que T hay entrado en su fase de validación
- $W_S(T) \cap W_S(U)$ no es vacío. Por ejemplo, X está en ambos conjuntos de escritura



Ejemplo

T no puede validarse exitosamente si podría llegar a escribir algo antes que una transacción anterior.
Por lo tanto **T aborta**

Planificador con validación

Reglas

Para validar una transacción T hay que:

- Verificar que $\boldsymbol{R_S(T) \cap W_S(U)}$ es vacío para cualquier transacción **U validada** previamente y que no finalizó antes de que **T comience**.
- Verificar $\boldsymbol{W_S(T) \cap W_S(U)}$ es vacío para cualquier transacción **U validada** previamente y que no finalizó antes de que **T sea validada**.