



TEMA 5

Gestión de bases de datos



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#).
Icono diseñado por Freepik

Índice

1. Transacciones
2. Procedimientos almacenados
3. Funciones almacenadas
4. Cursores
5. Triggers
6. Índices

TRANSACCIONES

Gestión de bases de datos

Transacciones: el problema

- Por la experiencia con las prácticas, tendemos a pensar que los SGBD son aplicaciones mono-usuario.
- Sin embargo, uno de las ventajas de los SGBD es el acceso concurrente a los datos por parte de multitud de usuarios.



Transacciones: el problema

Para entender el problema que motiva el uso de transacciones, vamos a realizar varias suposiciones:

- Una **base de datos** se representa básicamente como una colección de elementos de datos con nombres:

$$\{A, B, X, Y, \dots\}$$

- Se definen dos operaciones:
 - **leer_item(X)**: Lee un elemento de la base de datos llamado X en una variable X del programa.
 - **escribir_item(X)**: Escribe el valor de la variable de programa X en el elemento de la base de datos llamado X .

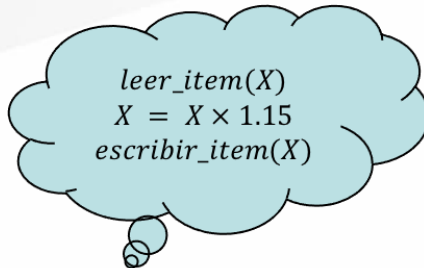
Problema de la actualización perdida



ID	Nombre	Apellidos	Salario
1	Ana	Pérez	24000 €
2	Marina	López	22500 €
3	María	Rodríguez	20000 €
4	Cristina	Benítez	24500 €



Problema de la actualización perdida



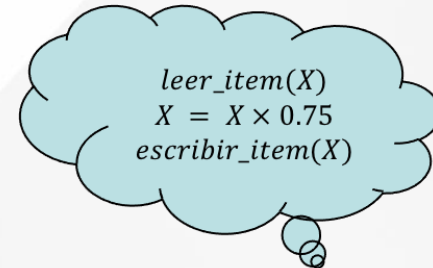
Orden de ejecución

$leer_item(X)$
 $X = X \times 1.15$

$escribir_item(X)$

$leer_item(X)$
 $X = X \times 0.75$

$escribir_item(X)$



ID	Nombre	Apellidos	Salario
1	Ana	Pérez	24000 €
2	Marina	López	22500 €
3	María	Rodríguez	20000 €
4	Cristina	Benítez	24500 €



Problema de la actualización perdida

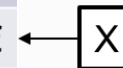


El elemento X tiene un valor incorrecto porque su actualización se pierde (se sobrescribe).

Problema de la lectura sucia



ID	Nombre	Apellidos	Salario
1	Ana	Pérez	24000 €
2	Marina	López	22500 €
3	María	Rodríguez	20000 €
4	Cristina	Benítez	24500 €

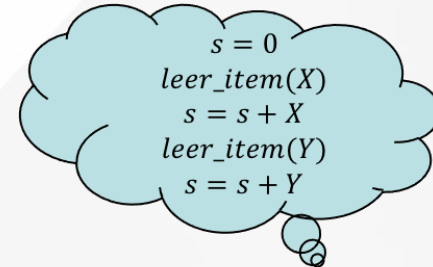
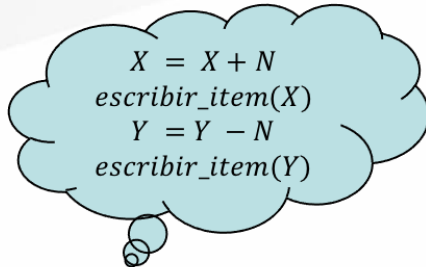


Problema de la lectura sucia

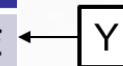


Se ha leído un valor de X que no es el correcto, pues se debería haber restaurado tras el error.

Problema del resumen incorrecto



ID	Nombre	Apellidos	Salario
1	Ana	Pérez	24000 €
2	Marina	López	22500 €
3	María	Rodríguez	20000 €
4	Cristina	Benítez	24500 €



Problema del resumen incorrecto



Orden de ejecución

$X = X + N$	$s = 0$
$escribir_item(X)$...
	$leer_item(X)$
	$s = s + X$
	$leer_item(Y)$
	$s = s + Y$
$Y = Y - N$	
$escribir_item(Y)$	



ID	Nombre	Apellidos	Salario
1	Ana	Pérez	24000 €
2	Marina	López	22500 €
3	María	Rodríguez	20000 €
4	Cristina	Benítez	24500 €

← Y

← X

Se ha leído un valor inconsistente de Y , ya que la lectura se ha adelantado a la actualización de su valor.

Cómo evitar los errores anteriores

Se podrían agrupar varias instrucciones de lecturas y escrituras de forma que se ejecuten de forma **atómica**:

Orden de ejecución

leer_item(X)
 $X = X \times 1.15$
escribir_item(X)

leer_item(X)
 $X = X \times 0.75$
escribir_item(X)

Cómo evitar los errores anteriores

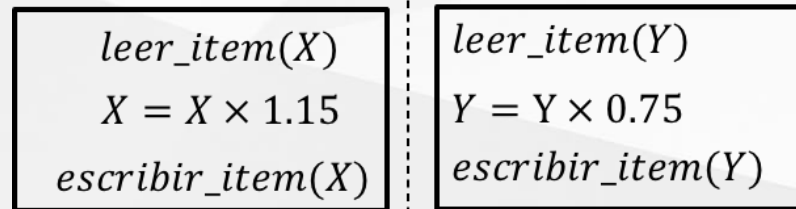
La ejecución de un conjunto de operaciones debe dejar la base de datos en un estado **consistente**:



Cómo evitar los errores anteriores

Las instrucciones agrupadas deberían ejecutarse de manera **aislada**, de forma que dos conjuntos de instrucciones que no dependan entre sí, se ejecutarían simultáneamente:

Orden de ejecución



Cómo evitar los errores anteriores

Los cambios realizados por las operaciones deben ser **duraderos**, de forma que no les afecten los fallos:

Orden de ejecución

```
leer_item(X)
X = X × 1.15
escribir_item(X)
```

¡*ERROR!*

REINICIO

$X = 1.15 \times X$

Propiedades deseables: ACID

- **A**tomicity: Instrucciones se ejecutan de manera autónoma
- **C**onsistency: Los cambios deben dejar la base de datos en un estado consistente
- **I**solation: Las instrucciones se ejecutan de manera aislada, sin interdependencias
- **D**urability: Los cambios realizados deben ser durables en el tiempo y tolerantes a fallos

Estas propiedades deben cumplirse en un SGBD para evitar los errores relacionados con el acceso concurrente a los datos.

¿Qué es una transacción?

- Es una agrupación de operaciones sobre una base de datos que se ejecutan de forma **atómica**, **aislada**, mantienen la **consistencia** de la base de datos y los cambios realizados son **duraderos**.
- En otras palabras, cumple con las propiedades ACID descritas anteriormente.
- El lenguaje SQL nos permite agrupar consultas como transacciones, además de ejecutarlas, confirmarlas y deshacerlas en caso de error.

Estados de una transacción



Imagen extraída de “*Fundamentals of Database Systems*”, Elmasri, Navathe.

SQL para transacciones

Empezar una transacción:

```
START TRANSACTION [opción1, opción2, ...]  
-- Alternativa  
BEGIN [WORK]
```

Las opciones que se pueden establecer para la transacción:

```
WITH CONSISTENT SNAPSHOT -- Lecturas consistentes  
READ WRITE -- Transacción de lectura/escritura  
READ ONLY -- Prohíbe operaciones de escritura
```

SQL para transacciones

Confirmar los cambios de una transacción

```
COMMIT [WORK] [AND [NO] CHAIN] [[NO] RELEASE]
```

- **CHAIN** : Abre una nueva transacción inmediatamente a continuación de que se complete ésta.
- **RELEASE** : Desconecta el cliente tan pronto se ejecuta la transacción.

Deshacer los cambios de una transacción:

```
ROLLBACK [WORK] [AND [NO] CHAIN] [[NO] RELEASE]
```

Ejemplos de transacciones

Lectura de un valor y, a continuación, escritura del valor leído:

```
START TRANSACTION;  
SELECT @A:=SUM(salary) FROM table1 WHERE type=1;  
UPDATE table2 SET summary=@A WHERE type=1;  
COMMIT;
```

Transferencia de dinero entre cuentas bancarias:

```
START TRANSACTION;  
UPDATE sb_accounts  
SET balance = balance - 1000  
WHERE account_no = 932656;  
UPDATE ca_accounts  
SET balance = balance + 1000  
WHERE account_no = 933456 ;  
COMMIT;
```

Confirmación automática

- En MySQL, las transacciones se confirman de forma automática.
- Es decir, cada consulta ejecutada se convierte en una transacción y se confirma automáticamente.
- Se puede activar/desactivar este comportamiento con la siguiente consulta:

```
SET autocommit = {0 | 1}
```

Control de la concurrencia

- Los SGBD ejecutan transacciones de manera concurrente.
- Esto da lugar a los problemas asociados a la concurrencia.
- Una forma de solucionar dichos problemas es mediante el uso de bloqueos:.
 - Bloqueos de lectura y escritura.
 - Bloqueo en dos fases.
 - Bloqueo optimista y pesimista.

Bloqueos para lectura y escritura

- Tres nuevas operaciones:
 - `read_lock(X)`
 - `write_lock(X)`
 - `unlock(X)`
- Los bloqueos para lectura se pueden simultanear.
- El bloqueo para escritura es restrictivo.
- El desbloqueo de un objeto depende del tipo de bloqueo que tiene.

Bloqueo para lectura



Bloqueo para escritura



- Si el objeto está desbloqueado, se bloquea el mismo para escritura.
- Si el objeto está bloqueado, se espera a que quede libre antes de bloquearlo para escritura.

Desbloqueo



- Si el bloqueo era por **lectura**, se decrementa en 1 el número de lecturas.
- Si el número de lecturas **llega a 0**, se establece que el objeto queda desbloqueado y se notifica a los bloqueos que esperan.
- Si el bloqueo era por **escritura**, se desbloquea el objeto y se notifica a los bloqueos que estaban esperando.

Bloqueo en dos fases

Para garantizar la ejecución en serie de las transacciones se realiza un **bloqueo en dos fases**:

- *Fase de crecimiento*: se realizan todos los bloqueos de los objetos que se vayan a utilizar en la transacción.
- *Fase de liberación*: se liberan aquellos bloqueos solicitados durante la fase anterior.

Bloqueo pesimista y optimista

- Bloqueo pesimista:
 - Transacciones completamente separadas
 - Serializable (nivel de aislamiento)
 - Problema: Interbloqueo (prevención por grafos)
- Bloqueo optimista:
 - Asume que no habrá errores
 - Cuando se modifican los datos, se vuelven a leer y si hay modificaciones se produce un error
 - El programa debe solucionarlo

Niveles de aislamiento

```
SET [{GLOBAL | SESSION}] TRANSACTION  
    {ISOLATION LEVEL nivel | {READ WRITE | READ ONLY}}
```

Parámetros:

- **GLOBAL|SESSION**: Se aplica a todas las sesiones o a la sesión actual, respectivamente.

Niveles:

- **REPEATABLE READ**: **Nivel por defecto**. Establece lectura consistente: dentro de una misma transacción las lecturas se realizan sobre el conjunto inicial de datos. No bloquea.
- **READ COMMITTED**: Cada lectura establece su propio conjunto de datos incluso dentro de la misma transacción. No bloquea.
- **READ UNCOMMITTED**: Son lecturas sucias. Pueden leerse versiones no cambiadas de filas ya cambiadas.
- **SERIALIZABLE**: Establece bloqueo compartido solo para lectura con otras sesiones (como repeatable-read pero compartido).

PROCEDIMIENTOS ALMACENADOS

Gestión de bases de datos

Procedimientos almacenados

- Un procedimiento almacenado es una subrutina que se almacena en una base de datos.
- Esta subrutina es similar a un subprograma en cualquier otro lenguaje de programación.
- Un procedimiento cuenta con un nombre, una lista de parámetros y sentencias SQL.
- Ventajas:
 - Son rápidos, ya que el SGBD se aprovecha de técnicas de cacheado. Además, se evita el tráfico de red.
 - Son portables. Los procedimientos creados en una base de datos se pueden mover a otro servidor.
 - Siempre están disponibles como código fuente en la propia base de datos.

Creación de un procedimiento

```
CREATE PROCEDURE nombre ([parámetro[,...]])  
BEGIN  
    cuerpo  
END
```

Los parámetros tienen la siguiente sintaxis:

```
[ IN | OUT | INOUT ] param_name type
```

El cuerpo del procedimiento estará formado por **sentencias SQL válidas**.

Procedimientos: ejemplo

```
DELIMITER $$  
CREATE PROCEDURE sp_conductores()  
BEGIN  
    SELECT * FROM conductores;  
END$$  
DELIMITER ;
```

Es **importante** cambiar el carácter delimitador de final de línea que tiene por defecto SQL para que el cuerpo del procedimiento no se interpreten como sentencias SQL independientes. Para ello usamos el operador **DELIMITER**.

Procedimientos: ejemplo

```
1 • CALL sp_conductores()
```

```
2
```

100%



22:1

Result Grid

Filter Rows:



Search

Export:



	codC	nombre	localidad	categoria	
▶	C01	José Sánchez	Arganda	18	
	C02	Manuel Díaz	Arganda	15	
	C03	Juan Pérez	Rivas	20	
	C04	Luis Ortiz	Arganda	18	
	C05	Javier Martín	Loeches	12	
	C06	Carmen Pérez	Rivas	15	

Parámetros del procedimiento

Los parámetros de un procedimiento pueden ser de entrada, salida o entrada/salida:

- **IN** : El procedimiento puede modificar el valor, pero la modificación no es visible para el invocador cuando el procedimiento acaba (por defecto).
- **OUT** : Su valor inicial es NULL dentro del procedimiento, y su valor es visible para el invocador cuando el procedimiento acaba.
- **INOUT** : El parámetro se inicializa en la llamada, puede ser modificado por el procedimiento, y cualquier cambio hecho por el procedimiento es visible tras la ejecución.

Ejemplo: parámetro de entrada

```
DELIMITER $$  
CREATE PROCEDURE sp_trabajos(IN conductor varchar(3))  
BEGIN  
    SELECT *  
    FROM trabajos  
    WHERE codC = conductor;  
END$$  
DELIMITER ;  
  
CALL sp_trabajos('C03')
```

Ejemplo: parámetro de entrada

```
1 • CALL sp_trabajos('C03')
```

100%



24:1

Result Grid

Filter Rows:



Search

Export:



codC	codM	codP	fecha	tiempo	
C03	M01	P02	2019-09-10 00:00:00	200	
C03	M01	P04	2019-09-15 00:00:00	300	

Ejemplo: parámetro de salida

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_cuenta(IN conductor varchar(3),
                           OUT num_trabajos integer)
BEGIN
    SELECT count(*) INTO num_trabajos
    FROM trabajos
    WHERE codC = conductor;
END$$
DELIMITER ;

CALL sp_cuenta('C03', @cuenta);

SELECT @cuenta;
```


Ejemplo: parámetro de salida

```
1 • CALL sp_cuenta('C03', @cuenta);  
2  
3 • SELECT @cuenta;
```

100%



16:3

Result Grid

Filter Rows:

Export:



@cuenta

▶ 2

Ejemplo: parámetro de entrada/salida

```
DELIMITER $$  
CREATE PROCEDURE sp_suma(INOUT inicial integer,  
                        IN cantidad integer)  
BEGIN  
    SET inicial = inicial + cantidad;  
END$$  
DELIMITER ;  
  
SET @num = 10;  
  
CALL sp_suma(@num, 3);  
  
SELECT @num;
```

Ejemplo: parámetro de entrada/salida

```
1 • SET @num = 10;  
2 • CALL sp_suma(@num, 3);  
3 • SELECT @num;
```

100%



13:3

Result Grid

Filter Rows:



Search

Export:



@num

13

Variables y variables de usuario

Ya hemos visto cómo se declaran variables de usuario: anteponiendo una `@` delante del nombre:

```
SET @mi_var = 10; -- Asignar valor
SELECT @mi_var;   -- Consultar valor
```

Se pueden declarar variables locales en los procedimientos usando `DECLARE`:

```
DECLARE var_name [, var2, ...] tipo [DEFAULT valor]
```

Ejemplo: variables locales

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE sp_division()
BEGIN
    DECLARE num_maquinas INTEGER;
    SELECT COUNT(codM) INTO num_maquinas
    FROM maquinas;

    SELECT codP
    FROM trabajos
    GROUP BY codP
    HAVING count(distinct codM) = num_maquinas;
END$$
DELIMITER ;
```

Si hay **varias consultas** en el cuerpo de un procedimiento, se devuelve **el último resultado**.

Sentencias de control de flujo

SQL soporta varias sentencias para controlar el flujo de ejecución de los procedimientos:

- IF
- CASE
- ITERATE
- LEAVE
- LOOP
- WHILE
- REPEAT

Sentencia **IF**

```
IF condition THEN statement_list  
[ELSEIF condition THEN statement_list] ...  
[ELSE statement_list]  
END IF
```

Evalúa condición y ejecuta las sentencias correspondientes.
Se pueden encadenar condiciones con **ELSEIF**.

Sentencia CASE

```
CASE case_value  
WHEN when_value THEN statement_list  
...  
[ELSE statement_list]  
END CASE
```

Evalúa la expresión y ejecuta las sentencias acorde al resultado obtenido.

Sintaxis alternativa:

```
CASE  
WHEN search_condition THEN statement_list  
..  
[ELSE statement_list]  
END CASE
```

Se va evaluando cada condición de búsqueda hasta que una es cierta. En caso contrario se ejecuta el fragmento del **ELSE**.

Bucle LOOP

```
begin_label:  
LOOP  
statement_list  
IF condicion THEN  
    LEAVE begin_label;  
END IF;  
END LOOP;  
[end_label]
```

Se ejecutan las sentencias **hasta que se abandone el bucle con LEAVE** .

Ejemplo: bucle **LOOP**

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE `my_proc_LOOP` (IN num INT)
BEGIN
    DECLARE x INT;
    SET x = 0;
loop_label: LOOP
    INSERT INTO number VALUES (rand());
    SET x = x + 1;
    IF x >= num THEN
        LEAVE loop_label;
    END IF;
END LOOP;
END$$
DELIMITER ;
```

Bucle REPEAT

```
[begin_label:]  
REPEAT  
    statement_list  
UNTIL search_condition  
END REPEAT  
[end_label]
```

Las sentencias se repiten hasta que la condición se cumpla. Ambas etiquetas son opcionales en este tipo de bucle.

Ejemplo: bucle REPEAT

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE my_proc_REPEAT (IN n INT)
BEGIN
    SET @sum = 0;
    SET @x = 1;
    REPEAT
        IF mod(@x, 2) = 0 THEN
            SET @sum = @sum + @x;
        END IF;
        SET @x = @x + 1;
    UNTIL @x > n
    END REPEAT;
END $$
DELIMITER ;
```

Bucle WHILE

```
[begin_label:]  
WHILE search_condition DO  
    statement_list  
END WHILE  
[end_label]
```

Se ejecutan las instrucciones mientras se cumple la condición. Similar al **REPEAT** pero con la condición de parada invertida.

Ejemplo: bucle WHILE

```
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE my_proc_WHILE(IN n INT)
BEGIN
    SET @sum = 0;
    SET @x = 1;
    WHILE @x <= n DO
        IF mod(@x, 2) <> 0 THEN
            SET @sum = @sum + @x;
        END IF;
        SET @x = @x + 1;
    END WHILE;
END$$
DELIMITER ;
```

FUNCIONES ALMACENADAS

Gestión de bases de datos

Funciones almacenadas

- Al igual que con los procedimientos, MySQL admite funciones almacenadas.
- Son subrutinas que se almacenan en la base de datos pero que devuelven un valor cuando son ejecutadas.
- Por ello, se pueden usar como expresiones en cualquier consulta, condición, etc.

Sintaxis de creación de funciones

```
DELIMITER $$  
CREATE FUNCTION function_name(  
    param1,  
    param2, ...  
)  
RETURNS datatype  
DETERMINISTIC  
BEGIN  
    statements;  
    RETURN (value);  
END $$  
DELIMITER ;
```

Es necesario especificar que la función es **DETERMINISTIC** (determinista) para que el optimizador del SGBD haga su trabajo correctamente.

Ejemplo: función

```
DELIMITER $$  
CREATE FUNCTION sf_masiva(cantidad DECIMAL)  
RETURNS DECIMAL  
DETERMINISTIC  
BEGIN  
    DECLARE cmasiva DECIMAL;  
    SET cmasiva = cantidad * 1.21;  
    RETURN (cmasiva);  
END$$  
DELIMITER ;
```

Ejemplo: función

```
1 • SELECT codM, sf_masiva(precioHora)
2 FROM maquinas;
```

100%



15:2

Result Grid

Filter Rows:

Export:



	codM	sf_masiva(precioHor...	
▶	M01	109	
	M02	73	
	M03	85	
	M04	133	

CURSORES

Gestión de bases de datos

Cursor

- Un cursor es una estructura de control que permite recorrer secuencialmente los resultados de una consulta.
- En otras palabras, es un iterador sobre las filas resultantes de ejecutar una consulta.
- Se suelen utilizar en subrutinas almacenadas en la base de datos, como procedimientos y funciones.

Operaciones con cursores

```
CREATE PROCEDURE curdemo()  
BEGIN  
    DECLARE done INT DEFAULT FALSE;  
    DECLARE b, c INT;  
    DECLARE cur1 CURSOR FOR SELECT id, data FROM t1; -- Creación  
    DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND SET done = TRUE;  
    OPEN cur1; -- Apertura  
    read_loop: LOOP  
        FETCH cur1 INTO b, c; -- Uso  
        IF done THEN  
            LEAVE read_loop;  
        END IF;  
    END LOOP;  
    CLOSE cur1; -- Cierre  
END;
```

Cursores: detalles importantes

El número (y tipos) de variables donde almacenar el resultado de `FETCH` se corresponde con el número (tipo) de columnas devueltas por la consulta que alimenta el cursor:

```
DECLARE cur1 CURSOR FOR SELECT id,data FROM t1;  
FETCH cur1 INTO b, c;
```

Hay que declarar un manejador especial para cuando se alcance el final del cursor en un `FETCH`:

```
DECLARE CONTINUE HANDLER FOR NOT FOUND sentencias;
```

No olvidar que los cursores **se abren antes de su uso y se cierran al acabar.**

TRIGGERS

Gestión de bases de datos

¿Por qué?

- En ocasiones es necesario comprobar una serie de restricciones en los datos de manera periódica.
- Una posible solución es realizar una comprobación 'activa', consultando periódicamente a la base de datos.
- Otra solución más eficiente pasaría por utilizar un sistema basado en eventos y realizar la comprobación cuando se dispare.

¿Qué eventos suceden en una BBDD?

Durante el uso de una BBDD, pueden ocurrir diferentes eventos que requieran volver a comprobar las restricciones de las que hablábamos:

- Se insertan nuevas filas en una tabla.
- Se modifica el valor de algún atributo de una o varias filas.
- Se eliminan filas de alguna tabla.

Caso de estudio

Una empresa quiere garantizar que un empleado nunca gane más dinero que su supervisor.

Se plantea programar una consulta que obtenga los salarios de empleados y supervisores directos

¿Se te ocurre una manera mejor?

Modelo basado en eventos

Nos suscribimos a las nuevas filas y modificaciones de la tabla de salarios

Cada vez que se modifica o añade un salario, se dispara el evento

Comprobamos si el nuevo salario es superior al del supervisor

- Si es mayor, se rechaza la inserción o modificación
- En otro caso, no se hace nada

Composición de un Trigger



SQL Trigger

```
DELIMITER //  
CREATE TRIGGER upd_check BEFORE UPDATE ON account  
FOR EACH ROW  
BEGIN  
    IF NEW.amount < 0 THEN  
        SET NEW.amount = 0;  
    ELSEIF NEW.amount > 100 THEN  
        SET NEW.amount = 100;  
    END IF;  
END//  
DELIMITER ;
```

Eventos **BEFORE** y **AFTER**

Los eventos **BEFORE** se ejecutan antes de que se lleve a cabo el evento en cuestión:

- **BEFORE INSERT**
- **BEFORE UPDATE**
- **BEFORE DELETE**

Los eventos **AFTER** se ejecutan una vez se ha producido el evento:

- **AFTER INSERT**
- **AFTER UPDATE**
- **AFTER DELETE**

Variables **NEW** y **OLD**

Una característica interesante de los triggers son las variables **NEW** y **OLD** :

- **NEW.columna** es el nuevo valor que se le va a asignar a la columna en cuestión (para eventos UPDATE e INSERT)
- **OLD.columna** es el valor que tenía la columna en cuestión que se modifica (para eventos UPDATE y DELETE)

Variables **NEW** y **OLD**

```
DELIMITER //  
CREATE TRIGGER t1 BEFORE UPDATE ON account  
FOR EACH ROW  
BEGIN  
    IF NEW.amount < 0 THEN  
        SET NEW.amount = 0;  
    ELSEIF NEW.amount > 100 THEN  
        SET NEW.amount = 100;  
    END IF;  
END//  
DELIMITER ;
```

- Se pueden modificar las variables **NEW** para cambiar los valores a insertar/modificar en base a unas condiciones.
- Las variables **OLD** solo se pueden leer.

Orden de ejecución de los Triggers

- Se pueden definir varios triggers sobre el mismo evento y objeto.
- Es posible especificar el orden de ejecución en el momento de creación del trigger.

```
CREATE TRIGGER ins_transaction BEFORE INSERT ON account  
FOR EACH ROW PRECEDES ins_sum
```

```
...
```

```
CREATE TRIGGER ins_ttt BEFORE INSERT ON account  
FOR EACH ROW FOLLOWS ins_transaction
```

```
...
```

Algunos ejemplos

Forzar el cumplimiento de una determinada restricción:

```
DELIMITER $$  
CREATE TRIGGER no_futuro  
BEFORE INSERT ON alumno  
FOR EACH ROW  
BEGIN  
    IF NEW.fecha_nac > CURRENT_DATE()  
    THEN  
        SIGNAL SQLSTATE '02000'  
        SET MESSAGE_TEXT = 'Error: no aceptamos alumnos del futuro';  
    END IF;  
END$$  
DELIMITER ;
```

Presta atención a la forma de lanzar una excepción en MYSQL.

Algunos ejemplos

Corregir valores inusuales o fuera de rango en consultas de inserción y/o modificación:

```
DELIMITER $$  
CREATE TRIGGER trigg1  
BEFORE UPDATE ON usuario  
FOR EACH ROW  
BEGIN  
    IF NEW.edad < 0 THEN  
        SET NEW.edad = 0;  
    END IF;  
END$$  
DELIMITER ;
```

Algunos ejemplos

Llevar un registro de los elementos que se borran en la base de datos:

```
DELIMITER $$  
CREATE TRIGGER trigg1  
AFTER DELETE ON tabla  
FOR EACH ROW  
BEGIN  
    INSERT INTO deletelog (usuario, idborrado, fecha)  
    VALUES (USER(), OLD.id, NOW());  
END$$  
DELIMITER ;
```

ÍNDICES

Gestión de bases de datos

¿Qué es un índice?

- Un índice permite que una consulta recupere eficientemente los datos de una base de datos.
- Los índices están relacionados con tablas específicas y constan de una o más claves.
- Una tabla puede tener más de un índice construido a partir de ella.
- Las claves se basan en las columnas de las tablas.
- Sin un índice, MySQL debe comenzar con la primera fila y luego leer toda la tabla para encontrar las filas relevantes.

Usos de los índices

MySQL usa los índices para:

- Encontrar las filas que cumplen la condición de un `WHERE` de manera rápida.
- Obtener filas de otras tablas cuando se hacen `JOIN` entre ellas.
- Encontrar máximos y mínimos mediante las funciones `MAX()` y `MIN()`.
- Para establecer ordenaciones en los resultados de una consulta.

Creando índices

Una posibilidad es definir el índice en el mismo momento que se crea la tabla para la cual se define:

```
CREATE TABLE test (  
    id INTEGER,  
    col1 VARCHAR(10),  
    INDEX(col1(5)) -- 5 primeros caracteres  
);
```

Creando índices

Otra opción es definir el índice de manera explícita mediante una consulta DDL:

```
CREATE [UNIQUE] INDEX index_name  
    [index_type]  
    ON tbl_name (key_part,...)  
key_part: col_name [(length)]  
index_type:  
    USING {BTREE | HASH}
```

Índices automatizados

InnoDB, el motor de MySQL, crea automáticamente índices en las siguientes situaciones:

- Las claves primarias de las tablas tienen asociadas un índice de manera automática, para que buscar valores duplicados sea eficiente.
- De la misma forma, las claves ajenas también tienen definidas automáticamente un índice para comprobar eficientemente si el valor de la columna referenciada existe.

Árboles B

Los índices basan su funcionamiento en los árboles B:

