

2. PL/SQL - Concepte generale

Cuprins

2.1. Ce este <i>PL/SQL</i>	2
2.2. Legătura cu <i>SQL</i>	2
2.3. Caracteristicile limbajului <i>PL/SQL</i>	2
2.4. Motorul <i>PL/SQL</i>	4
2.5. Evoluție	5
2.6. Comparație cu alte limbiage.....	8
2.7. Diagrama bazei de date utilizată în exemple.....	8
2.8. De ce este utilizat <i>PL/SQL</i> ?.....	9
Bibliografie.....	13

2.1. Ce este *PL/SQL*?

- Un limbaj de programare procedural creat de compania *Oracle*.
- Asigură accesarea datelor unei baze de date și permite gruparea unei multimi de comenzi într-un bloc unic de tratare a datelor.
- Poate fi utilizat doar cu o bază de date *Oracle* sau cu un utilitar *Oracle*.
- Limbaje echivalente dezvoltate de alți producători

2.2. Legătura cu *SQL*

- *SQL (Structured Query Language)*
 - Este un limbaj non-procedural, denumit și limbaj declarativ, care permite programatorilor să se axeze preponderent pe input/output și mai puțin pe pașii programului.
 - Este un limbaj *4GL (fourth-generation-programming language)*, un limbaj care este mai apropiat de limbajul natural, decât de limbajul de programare.
 - A fost standardizat de *American National Standards Institute (ANSI)*.
- *PL/SQL (Procedural Language/Structured Query Language)*
 - Reprezintă extensia procedurală a limbajului *SQL*.
 - Include atât instrucțiuni *SQL* pentru prelucrarea datelor și pentru gestiunea tranzacțiilor, cât și instrucțiuni proprii.
 - Este un limbaj *3GL (third-generation programming language)*.

Clasificarea limbajelor

2.3. Caracteristicile limbajului *PL/SQL*

- Este integrat cu *server-ul Oracle* și cu utilitarele *Oracle*.
- Este puternic integrat cu *SQL*:
 - permite utilizarea tuturor comenziilor *SQL* de prelucrare a datelor, de control al tranzacțiilor, a funcțiilor *SQL*, a operatorilor și pseudo-coloanelor;
 - suportă tipurile de date *SQL*;
 - permite atât *SQL Static* (textul complet al comenzi este cunoscut la momentul compilării), cât și *SQL Dynamic* (textul complet al comenzi este cunoscut la *run time*);
 - permite procesarea setului de rezultate al unei cereri *SQL* linie cu linie.

- Extinde *SQL* prin construcții specifice limbajelor procedurale:
 - definirea constantelor și a variabilelor;
 - declararea tipurilor;
 - definirea și utilizarea cursoarelor;
 - utilizarea structurilor de control;
 - definirea procedurilor și funcțiilor;
 - modularizarea programelor (subprograme, pachete);
 - detectarea și gestiunea erorilor de execuție și a situațiilor excepționale;
 - introducerea tipurilor obiect și a metodelor etc.
- Permite definirea și utilizarea declanșatorilor.
- Asigură securitatea informației.
- Mărește performanța aplicației:
 - permite înglobarea mai multor instrucțiuni într-un singur bloc și trimiterea acestui către baza de date, reducând-se astfel traficul dintre aplicație și baza de date.
- Are suport pentru dezvoltarea aplicațiilor *Web*.
 - Aplicațiile *Web* scrise în *PL/SQL* sunt proceduri stocate care interacționează cu un *browser Web* printr-un protocol *HTTP*.
 - Pentru a facilita dezvoltarea aplicațiilor *Web* sistemul furnizează o serie de pachete predefinite (de exemplu, pachetul *UTL_SMTP* poate fi utilizat pentru a trimite un *mail* dintr-o procedură stocată *PL/SQL*)
 - Pachetele pot fi folosite împreună cu *Oracle Internet Application Server* și *WebDB*.
 - *PL/SQL Server Pages (PSPs)* permit dezvoltarea paginilor *Web* cu conținut dinamic:
 - scripturile *PL/SQL* pot fi integrate în codul sursă *HTML*;
 - scripturile rulează atunci când un *client Web* solicită o pagină;
 - un script poate accepta parametrii, interoga sau actualiza baza de date și afișa rezultatele într-o pagină personalizată.
- Este portabil
 - Programele *PL/SQL* pot rula pe orice suport pe care există un *server Oracle*.
 - Nu depinde de platformă sau de sistemul de operare.
 - Se pot crea programe, pachete sau librării portabile care pot fi utilizate cu bazele de date *Oracle* în medii diferite.

2.4. Motorul *PL/SQL*

- Compilează și execută codul *PL/SQL*.
- Se află pe *server-ul Oracle* sau în unele utilitare *Oracle* (de exemplu, *Oracle Forms*).
 - Unele utilitare *Oracle* au propriul motor *PL/SQL*. Acesta este independent față de motorul *PL/SQL* de pe *server-ul Oracle*. Utilitarul transmite blocurile către motorul *PL/SQL* local care execută toate comenziile procedurale.
- Indiferent de mediu, motorul *PL/SQL* execută comenziile procedurale, dar trimite comenziile *SQL* către motorul *SQL* de pe *server-ul Oracle*.
 - Dacă nu ar fi incluse în blocuri *PL/SQL* comenziile *SQL* ar fi procesate separat, fiecare implicând câte un apel la *server-ul Oracle*.
- Comenziile procedurale pot fi executate pe stația *client* fără interacțiune cu *server-ul Oracle* sau în întregime pe *server-ul Oracle*.
 - Dacă utilitarul *Oracle* are motor *PL/SQL*, iar blocul *PL/SQL* nu conține comenzi *SQL*, atunci acesta este procesat local.



- ❖ Un subprogram *PL/SQL* stocat este un obiect al bazei de date și poate fi accesat de orice aplicație.
- ❖ Apelurile procedurilor care sunt stocate pe *server* sunt trimise pentru procesare motorului *PL/SQL* de pe *server*.
- ❖ Subprogramele *PL/SQL* (proceduri, funcții) declarate într-o aplicație *Developer Suite* (de exemplu, *Oracle Forms*) sunt diferite de cele stocate în baza de date. Acestea sunt procesate local.



- 1. Unde se află motorul *SQL*?**
- 2. Unde se află motorul *PL/SQL*?**
- 3. Se poate scrie cod *PL/SQL* folosind *SQL*Plus* sau *SQL Developer*?**
- 4. Utilitarul *SQL*Plus* are motor *PL/SQL*? Dar utilitarul *SQL Developer*?**
- 5. Comenziile *PL/SQL* pot fi incluse în cod *SQL*? Dar invers?**
- 6. *SQL* transmite *server-ului* de baze de date ce să facă (declarativ), nu cum să facă. (adevărat/fals)**
- 7. *PL/SQL* transmite *server-ului* de baze de date cum să facă (procedural). (adevărat/fals)**

2.5. Evoluție

În 1977 Larry Ellison împreună cu câțiva prieteni înființează compania *Software Development Laboratories*.

În 1979 numele companiei este schimbat în *Relational Software, Inc.* Primul produs lansat de această companie a fost o bază de date relațională denumită *Oracle*. Deși era prima versiune, din motive de marketing a fost denumită *Oracle V2*. Pentru accesul la date era utilizat *SQL* și nu permitea tranzacții. În acel an *Relational Software, Inc* era singura companie care producea o bază de date compatibilă cu *SQL*.

În 1982 numele companiei a fost schimbat în *Oracle Corporation*. Limbajul ales pentru baza de date a fost modelat pe *ADA*, un limbaj de programare orientat obiect de nivel înalt care este extins din *Pascal*. *Oracle* a denumit acest limbaj *PL/SQL*. Fiind descendant al limbajelor *ADA* și *Pascal*, *PL/SQL* este un limbaj bazat pe structură de blocuri.

- *Oracle V3* (1983)
 - funcționalitățile *commit* și *rollback* pentru tranzacții
- *Oracle V4* (1984)
 - consistență la citire
- *Oracle V5* (1985)
 - arhitectura *client-server*
 - suport pentru cererile distribuite
- *Oracle V6* (1988) – prima versiune *Oracle* care suportă *PL/SQL*
 - limbaj limitat, bazat pe *script-uri*, nu pe proceduri stocate
 - gestiunea erorilor primitivă
 - *SQL* complet integrat
 - blocare la nivel de linie
- *Oracle V7* (1992)
 - proceduri stocate
 - integritate referențială
 - *trigger-i*
 - tablourile *PL/SQL*
 - pachetul *UTL_FILE* pentru a putea accesa fișierele sistemului de operare
 - pachetul *DBMS_SQL* pentru *SQL* dinamic
 - *Oracle Advanced Queuing*
 - *Oracle Enterprise Manager*
 - distribuire

- *Oracle V8* (1997)
 - orientarea obiect (tipuri obiect și metode)
 - rutine externe
 - suport pentru cereri stătești
 - tipul *LOB*
 - tipuri colecție (vectori și tablouri imbricate)
 - aplicații multimedia
 - capacitatea de a realiza apeluri *HTTP* din baza de date
- *Oracle V8i* (1999) – devine bază de date comercială
 - *drop column*
 - partiționare și subpartiționare
 - *XML*
 - *WebDB*
 - funcții analitice în *SQL*
 - indexare *online*
 - tranzacții autonome
 - rutine externe *Java*
 - *SQL* dinamic nativ
 - operații *bulk bind*
 - *trigger*-i bază de date
 - îmbunătățire a performanței *SQL* și *PL/SQL*
 - baza de date încorporează *Java Virtual Machine* (*Oracle JVM* cunoscut și sub numele de *Aurora*)
- *Oracle V9i* (2001)
 - tabele externe
 - compilare nativă (*PL/SQL* la *C*)
 - *Oracle Streams*
 - *XML DB*
 - îmbunătățiri la nivel de *data warehouse* și *BI*
 - extindere și îmbunătățiri pentru *SQL analytic*
 - comenzi și expresii *CASE*
 - tipuri noi de date în *SQL* și *PL/SQL* (*DATETIME*, *TIMESTAMP*, colecții pe mai multe niveluri)
 - ierarhii de tipuri și subtipuri

- funcții tabel
- expresii CURSOR
- claselor *Java* în baza de date
- *Real Application Cluster*
- *Oracle V10g* (2003)
 - *recyclebin* (recuperare obiecte șterse)
 - permanentizări asincrone
 - criptarea transparentă a datelor (criptare automată la nivel de coloană)
 - îmbunătățire *SQL* analitic
 - *SQL Tuning Advisor*
 - îmbunătățire *OLAP*
 - *SQL Model Clause*
 - proceduri stocate .Net
- *Oracle V11g* (2007)



- ❖ Procedurile *PL/SQL* se execută mai rapid prin compilarea lor într-un cod nativ.
 - Procedurile sunt transluate în cod *C*, compilate cu ajutorul unui compilator *C* și apoi automat preluate în procese *Oracle*.
 - Această tehnică, care nu cere restaurarea bazei de date, poate fi utilizată pentru proceduri și pachete *Oracle*.
- ❖ *Oracle* furnizează soluții (interfețe *client-side* și *server-side*, utilitare, *JVM* integrată cu *server-ul Oracle*) dezvoltatorilor de aplicații pentru crearea, gestionarea și exploatarea aplicațiilor *Java*.
- ❖ Procedurile *Java* stocate pot fi apelate dintr-un pachet *PL/SQL*, iar proceduri *PL/SQL* existente pot fi invocate din proceduri *Java*. Datele *SQL* pot fi accesate prin două interfețe (*API*): *JDBC* și *SQLJ*. Astfel:
 - pentru a invoca o procedură *Java* din *SQL* este nevoie de interfața *Java Stored Procedures*,
 - pentru a invoca dinamic comenzi *SQL* complexe este folosit *JDBC*,
 - pentru a utiliza comenzi *SQL* statice, simple (referitoare la un tabel ale cărui coloane sunt cunoscute) dintr-un obiect *Java* este folosit *SQLJ*.

2.6. Comparație cu alte limbaje

	PL/SQL	C	JAVA
Necesită BD sau utilitar Oracle	da	nu	nu
Orientat obiect	câteva caracteristici	nu	da
Performanță asupra BD Oracle	foarte eficient	mai puțin eficient	mai puțin eficient
Portabil pe diferite SO	da	oarecum	da
Ușor de învățat	relativ ușor	mai dificil	mai dificil

2.7. Diagrama bazei de date utilizată în exemple

- Gestiunea activității unei companii comerciale
[Vezi diagrame curs](#)
- Schema simplificată

○ Entități

DEPOZITE(id_depozit#, denumire, adresa, oras, judet, orar, capacitate, valoare,
 id_director, id_tara)

SECTOARE(id_sector#, descriere, id_depozit)

ZONE (id_zona#, descriere, capacitate_maxima, capacitate_folosita, id_sector)

PRODUSE (id_produs#, denumire, descriere, stoc_curent, stoc_impus, pret_unitar,
 greutate, volum, tva, id_zona, id_um, id_categoria, data_crearii,
 data_modificarii, activ)

CARACTERISTICI (#id_caracteristica, denumire, descriere)

UNITATI_MASURA(id_um#, denumire, descriere)

CATEGORII (id_categoria#, denumire, nivel, id_parinte)

FACTURI(id_factura#, data, status, id_casa, id_client, id_adresa_livrare,
 id_adresa_facturare, id_tip_livrare, id_tip_plata, interval_livrare)

CASE(id_casa#, nume, serie, parola)

TIP_LIVRARE(id_tip_livrare#, denumire, tarif, *id_firma_t*)

ADRESE(id_adresa#, strada, oras, tara, cod_postal, id_client)

TIP_PLATA(id_tip_plata#, cod, descriere)

CLIENTI(id_client#, telefon, email, tip, oras, data_crearii, data_modificarii)

- Subentități

PERSOANE_FIZICE(id_client_f#, nume, prenume, cnp)

PERSOANE_JURIDICE(id_client_j#, denumire, persoana_contact, cui, cont, banca, cod_fiscal, numar_inregistrare)

- Tabele asociative

CLIENTI_AU_PRET_PREFERENTIAL(id_pret_pref#, id_categorie, id_client_j, discount, data_in, data_sf)

PRODUSE_AU_CARACTERISTICI (id_produs#, id_caracteristica#, valoare)

FACTURI_CONTIN_PRODUSE (id_factura#, id_produs#, cantitate, pret_facturare)

2.8. De ce este utilizat *PL/SQL*?

- În practică există numeroase situații în care *SQL* se dovedește a fi limitat.
- Exemplu – vezi explicații curs
 - Clienții companiei pot avea prețuri personalizate în funcție de anumite criterii. Comenzile se realizează *online*, clienții consultând cataloage cu prețuri personalizate.
 - În cazul în care prețul personalizat se calculează raportat la categoriile de produse este nevoie de o clasificare a clienților în funcție de categorie și numărul de produse cumpărate din categoria respectivă.
 - Tabelul *CLASIFIC_CLIENTI* (*id_client, id_categorie, nr_produse, clasificare*) conținea deja o clasificare a clienților.
 - Se decide o nouă clasificare a acestora conform tabelului de mai jos.

id_categorie	clasificare	număr produse cumpărate
1	A	> 1000
	B	≥ 500
	C	≥ 0
2	A	> 2000
	B	≥ 1000
	C	≥ 200
	D	≥ 0

- Soluție *SQL* posibilă

Varianta1

```
UPDATE clasific_clienti
SET    clasificare = 'A'
WHERE   nr_produse > 1000
AND     id_categorie = 1;
```

```
UPDATE clasific_clienti
SET    clasificare = 'B'
WHERE   nr_produse BETWEEN 500 AND 1000
AND     id_categorie = 1;
...
```

- Câte comenzi *UPDATE* sunt necesare pentru datele din tabelul anterior?
- Este eficientă o astfel de abordare?
- Există alte metode de abordare utilizând *SQL*?

Varianta2

```
UPDATE clasific_clienti
SET    clasificare = CASE WHEN nr_produse>1000
                           THEN 'A'
                           WHEN nr_produse BETWEEN 500
                           AND 1000 THEN 'B'
                           ELSE 'C' END
WHERE id_categorie = 1;
```

...

Varianta3

```
UPDATE clasific_clienti
SET    clasificare =
      CASE WHEN nr_produse>1000
            AND id_categorie=1 THEN 'A'
            WHEN nr_produse BETWEEN 500 AND 1000
            AND id_categorie = 1 THEN 'B'
            WHEN nr_produse BETWEEN 0 AND 499
            AND id_categorie=1 THEN 'C'
            WHEN nr_produse>2000
            AND id_categorie=2 THEN 'A'
            WHEN nr_produse BETWEEN 1000 AND 2000
            AND id_categorie = 2 THEN 'B'
            WHEN nr_produse BETWEEN 200 AND 999
            AND id_categorie=2 THEN 'C'
            ELSE 'D' END;
```

4. Ce se întâmplă atunci când există mai multe categorii de produse și mai multe niveluri de clasificare pentru fiecare categorie?
- Soluție *PL/SQL* posibilă

Varianta 1

```

DECLARE
    CURSOR info IS
        SELECT id_client, id_categorie, nr_produse
        FROM   clasific_clienti;

    v_clasific clasific_clienti.clasificare%type;
BEGIN
    FOR i IN info LOOP
        CASE WHEN i.nr_produse>1000
              AND i.id_categorie=1
              THEN v_clasific := 'A';
              WHEN i.nr_produse BETWEEN 500 AND 1000
              AND i.id_categorie = 1
              THEN v_clasific := 'B';
              WHEN i.nr_produse BETWEEN 0 AND 499
              AND i.id_categorie=1
              THEN v_clasific := 'C';
              WHEN i.nr_produse>2000
              AND i.id_categorie=2
              THEN v_clasific := 'A';
              WHEN i.nr_produse BETWEEN 1000 AND 2000
              AND i.id_categorie = 2
              THEN v_clasific := 'B';
              WHEN i.nr_produse BETWEEN 200 AND 999
              AND i.id_categorie=2
              THEN v_clasific := 'C';
              ELSE v_clasific := 'D';
        END CASE;

        UPDATE clasific_clienti
        SET   clasificare = v_clasific
        WHERE  id_client = i.id_client
        AND    id_categorie = i.id_categorie;
    END LOOP;
END;
/

```

1. De câte ori se execută comanda *UPDATE*?
2. Este eficientă o astfel de abordare?
3. Cât timp este blocată resursa?
4. Ar fi utilă o cheie primară artificială?

Varianta2

```

DECLARE
    CURSOR info IS
        SELECT id_client, id_categorie, nr_produse
        FROM   clasific_clienti
    FOR UPDATE;
    v_clasific clasific_clienti.clasificare%type;
BEGIN
    FOR i IN info LOOP
        CASE WHEN i.nr_produse>1000
            AND i.id_categorie=1
            THEN v_clasific := 'A';
        WHEN i.nr_produse BETWEEN 500 AND 1000
            AND i.id_categorie = 1
            THEN v_clasific := 'B';
        WHEN i.nr_produse BETWEEN 0 AND 499
            AND i.id_categorie=1
            THEN v_clasific := 'C';
        WHEN i.nr_produse>2000
            AND i.id_categorie=2
            THEN v_clasific := 'A';
        WHEN i.nr_produse BETWEEN 1000 AND 2000
            AND i.id_categorie = 2
            THEN v_clasific := 'B';
        WHEN i.nr_produse BETWEEN 200 AND 999
            AND i.id_categorie=2
            THEN v_clasific := 'C';
        ELSE v_clasific := 'D';
        END CASE;
        UPDATE clasific_clienti
        SET   clasificare = v_clasific
        WHERE CURRENT OF info;
    END LOOP;
END;
/

```

5. Este mai eficientă această abordare? Cât timp este blocată resursa?
6. Există și alte metode de rezolvare a problemei?
7. Numărul de produse cumpărate de client trebuie să fie în permanență actualizat și să corespundă situației prezente. Se poate realiza *realtime* acest lucru cu *SQL*?

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)
4. *A Mini-History of Oracle and PL/SQL*, L. Cunningham (2012)
(http://www.dba-oracle.com/t_edb_pl_sql_features_release.htm)
5. *Oracle Database*, Wikipedia (2012)
(http://en.wikipedia.org/wiki/Oracle_Database)

3. PL/SQL – Blocuri. Variabile. Instrucțiuni.

CUPRINS

3. PL/SQL – Blocuri. Variabile. Instrucțiuni	1
3.1. Limbajul <i>PL/SQL</i>	2
3.2. Structura unui bloc <i>PL/SQL</i>	2
3.2.1. Separator pentru instrucțiuni	3
3.2.2. Comentarii.....	3
3.3. Operatori.....	4
3.4. Variabile	4
3.5. Blocuri <i>PL/SQL</i>	5
3.6. Comenzi <i>SQL</i> în <i>PL/SQL</i>	6
3.6.1. Comanda <i>SELECT ... INTO</i>	7
3.6.2. Comenzile <i>INSERT, UPDATE, DELETE</i>	8
3.7. Instrucțiuni <i>PL/SQL</i>	9
3.7.1. Instrucțiunea de atribuire	9
3.7.2. Instrucțiunea condițională <i>IF</i>	9
3.7.3. Instrucțiunea condițională <i>CASE</i>	11
3.7.4. Instrucțiunea iterativă <i>LOOP</i>	13
3.7.5. Instrucțiunea iterativă <i>WHILE</i>	13
3.7.6. Instrucțiunea iterativă <i>FOR</i>	14
3.7.7. Instrucțiunea vidă	15
3.7.8. Instrucțiunea de salt <i>EXIT</i>	18
3.7.9. Instrucțiunea de salt <i>CONTINUE</i>	18
3.7.10. Instrucțiunea de salt <i>GOTO</i>	19
Bibliografie.....	19

3.1. Limbajul *PL/SQL*

- Atât *PL/SQL*, cât și *server-ul Oracle* utilizează același spațiu de memorie și prin urmare nu apar supraîncărcări datorate comunicațiilor dintre acestea.
- Este un limbaj cu structură de blocuri.
- Pentru modularizarea codului *PL/SQL* se pot folosi
 - blocuri anonime
 - subprograme (proceduri și funcții)
 - funcțiile pot fi invocate direct utilizând comenzi *SQL*
 - pachete
 - *trigger-i*
 - sunt un tip special de proceduri *PL/SQL* care se execută automat la apariția unui anumit eveniment.
- Blocuri anonime versus subprograme stocate

Blocuri anonime	Subprograme stocate
Blocuri PL/SQL fără nume	Blocuri PL/SQL cu nume
Compilate de fiecare dată când aplicația este executată	Compilate o singură dată
Nu sunt stocate în BD	Sunt stocate în BD
Nu pot fi invocate de alte aplicații	Pot fi invocate de alte aplicații
Nu întorc valori	Functiile trebuie să întoarcă o valoare
Nu acceptă parametrii	Acceptă parametrii

3.2. Structura unui bloc *PL/SQL*

- Blocul este unitatea de bază a unui program *PL/SQL*.
- Mai este denumit și modul.
- Blocul *PL/SQL* conține 3 secțiuni
 - secțiunea declarativă (optională)
 - constante și variabile
 - tipuri de date locale

- cursoare
- excepții definite de utilizator
- subprograme locale (vizibile doar în bloc)
- secțiunea executabilă (obligatorie)
 - instrucțiuni *SQL* pentru prelucrarea datelor
 - instrucțiuni *PL/SQL*
 - trebuie să conțină măcar o instrucțiune
- secțiunea de tratare a excepțiilor (optională)
 - instrucțiuni efectuate atunci când apare o numită excepție/eroare
- Sintaxa generală

```
[<<nume_bloc>>]
[DECLARE
    instrucțiuni de declarare]
BEGIN
    instrucțiuni executabile SQL sau PL/SQL
[EXCEPTION
    tratarea erorilor/excepțiilor]
END [nume_bloc];
```

- Dacă blocul *PL/SQL* este executat fără erori va apărea mesajul:
anonymous block completed



Într-un bloc *PL/SQL* sunt permise instrucțiuni *SQL*Plus*?

3.2.1. Separator pentru instrucțiuni

- Caracterul „;“ este separator pentru instrucțiuni.

3.2.2. Comentarii

- Comentariile sunt ignorate de compilatorul *PL/SQL*:
 - pe o singură linie
 - sunt prefixate de simbolurile „--“
 - încep în orice punct al liniei și se termină la sfârșitul acesteia
 - pe mai multe linii
 - sunt delimitate de simbolurile „/*“ și „*/“

3.3. Operatori

- Operatorii din *PL/SQL* sunt identici cu cei din *SQL*.
- În *PL/SQL* este introdus operatorul „ ** “ pentru ridicare la putere.

Exemplul 3.1

```
SELECT POWER(3,2)
FROM   DUAL;
```

```
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(POWER(3,2));
END;
```

```
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(3**2);
END;
```



Care secvență poate fi executată local? În ce condiții?

3.4. Variabile

- Stochează datele în același format binar intern ca și baza de date, astfel nefiind necesare conversii suplimentare.
- Pot fi declarate doar în zona declarativă a unui bloc, unde pot fi și inițializate.

Exemplul 3.2

```
DECLARE
    nume_utilizator    VARCHAR2(30);
    data_creare_cont   DATE DEFAULT SYSDATE;
    numar_credite      NUMBER(4) NOT NULL := 1000;
    limita_inferioara_credite CONSTANT NUMBER := 100;
    limita_superioara_credite NUMBER := 5000;
    este_valid          BOOLEAN := TRUE;
```

- Fiecare variabilă se declară individual.

```
DECLARE
    -- declaratie
    -- incorrecta
    i, j INTEGER;
BEGIN
    NULL;
END;
```

```
DECLARE
    /*declaratie
    corecta*/
    i    INTEGER;
    j    INTEGER;
BEGIN
    NULL;
END;
```

- Îi se pot atribui valori noi și pot fi utilizate în zona executabilă a blocului.
- Pot fi transmise ca parametruii subprogramelor *PL/SQL*.
- Pot fi declarate pentru a menține rezultatul obținut de un subprogram *PL/SQL*.
- Sunt vizibile în blocul în care sunt declarate și în toate subblocurile declarate în acesta.
- Dacă o variabilă nu este declarată local în bloc, atunci este căutată în secțiunea declarativă a blocurilor care includ blocul respectiv.

Exemplul 3.3

```

DECLARE
    v_principal VARCHAR2(50);
BEGIN
    v_principal := 'variabila din blocul principal';

    DECLARE
        v_secundar VARCHAR2(50) :=
            'variabila din blocul secundar';
    BEGIN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('<<Bloc Secundar>>');
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Folosesc '||v_principal);
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Folosesc '||v_secundar);
        v_secundar := 'Modific '||v_secundar;
        v_principal := 'Modific '||v_principal;
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_secundar);
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_principal);
    END;

    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('<<Bloc Principal>>');
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_secundar);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_principal);
END;

```



Care comandă va genera o eroare?

3.5. Blocuri *PL/SQL***Exemplul 3.4**

- Bloc fără secțiune declarativă, fără secțiune de tratare a excepțiilor.

```

BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('SGBD');
END;

```

- Bloc cu secțiune declarativă, fără secțiune de tratare a excepțiilor.

```
DECLARE
    v_data DATE := SYSDATE;
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_data);
END;
```

- Bloc cu secțiune declarativă, cu secțiune de tratare a excepțiilor.

```
DECLARE
    x NUMBER := &p_x;
    y NUMBER := &p_y;
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(x/y);
EXCEPTION
    WHEN ZERO_DIVIDE THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Nu poti sa imparti la 0!');
    WHEN OTHERS THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Alta eroare!');
END;
```

3.6. Comenzi SQL în PL/SQL

- Comenzi *SQL* care pot fi utilizate direct în *PL/SQL*
 - *LMD* (*SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, MERGE*)
 - Comanda *SELECT* poate fi utilizată doar cu clauza *INTO*
 - *LCD* (*COMMIT, SAVEPOINT, ROLLBACK*)
- Comenzi *SQL* care nu pot fi utilizate direct în *PL/SQL*
 - *LDD* (*CREATE, ALTER, DROP*)
 - *LCD* (*GRANT, REVOKE*)
 - Aceste comenzi nu pot fi folosite direct în *PL/SQL* deoarece sunt construite și executate la *runtime* (sunt dinamice). De aceea pot fi utilizate în *PL/SQL* doar cu *SQL Dynamic*.
 - *SQL Static* cuprinde comenzi care sunt stabilite la momentul în care programul este compilat. Acestea pot fi utilizate direct în *PL/SQL*.

3.6.1. Comanda *SELECT ... INTO*

Exemplul 3.5

```

DECLARE
    v_clasificare  clasific_clienti.clasificare%TYPE;
    v_categorie     clasific_clienti.id_categoria%TYPE;
    v_client        clasific_clienti.id_client%TYPE
                    := &p_client;
BEGIN
    SELECT clasificare, id_categoria
    INTO   v_clasificare, v_categorie
    FROM   clasific_clienti
    WHERE  id_client = v_client;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_categorie || ' '
                         || v_clasificare);
EXCEPTION
    WHEN NO_DATA_FOUND THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Nicio linie!');
    WHEN TOO_MANY_ROWS THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Mai multe linii!');
    WHEN OTHERS THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Alta eroare!');
END;

```



Comanda *SELECT ... INTO* trebuie să obțină exact o singură înregistrare?

Comanda *SELECT* poate fi utilizată în PL/SQL fără clauza *INTO*?

Exemplul 3.6

```

VARIABLE h_clasificare  VARCHAR2
VARIABLE h_categorie     NUMBER

BEGIN
    SELECT clasificare, id_categoria
    INTO   :h_clasificare, :h_categorie
    FROM   clasific_clienti
    WHERE  id_client = 82;
EXCEPTION
    WHEN NO_DATA_FOUND THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Clientul nu exista!');
    WHEN OTHERS THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Alta eroare!');
END;
/

PRINT h_clasificare
PRINT h_categorie

```



Comanda *SELECT* poate fi utilizată într-o procedură *Microsoft T-SQL* fără clauza *INTO*?



În *Microsoft T-SQL* comanda *SELECT* cu clauza *INTO* funcționează la fel ca și în *PL/SQL*?



Comanda *SELECT* poate fi utilizată într-o procedură *MySQL* fără clauza *INTO*?



Ce opțiuni permite comanda *SELECT ... INTO* în *MySQL*?



În cadrul acestui curs vor fi considerate corecte și punctate doar soluțiile implementate în *PL/SQL*.

3.6.2. Comenzile *INSERT, UPDATE, DELETE*

Exemplul 3.7

```
BEGIN
    DELETE FROM clasific_clienti WHERE id_client=209;
    INSERT INTO clasific_clienti VALUES (209,2,1,null);
    UPDATE clasific_clienti
    SET clasificare = 'D'
    WHERE id_client = 209;
    COMMIT;
END;
```

Exemplul 3.8 – **vezi curs**



Un bloc *PL/SQL* poate conține mai multe comenzi *COMMIT, SAVEPOINT* sau *ROLLBACK*?

3.7. Instrucțiuni PL/SQL

- Instrucțiunea de atribuire (`:=`)
- Instrucțiuni condiționale (`IF`, `CASE`)
- Instrucțiuni iterative (`LOOP`, `WHILE`, `FOR`)
- Instrucțiuni de salt (`GOTO`, `EXIT`, `CONTINUE`)
- Instrucțiunea vidă (`NULL`)

3.7.1. Instrucțiunea de atribuire

variabila `:=` expresie;

- Variabilele care sunt declarate `NOT NULL` trebuie inițializate la declarare.
 - Codul din partea stângă a exemplului de mai jos va genera eroarea `PLS-00218: a variable declared NOT NULL must have an initialization assignment`

Exemplul 3.9

```

DECLARE
    x NUMBER(2) NOT NULL;
BEGIN
    x:=2;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(x);
END;

```

```

DECLARE
    x NUMBER(2) NOT NULL :=2;
BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(x);
END;

```

3.7.2. Instrucțiunea condițională IF

```

IF expresie_booleană
    THEN comandă [comandă] ...
[ELSIF expresie_booleană
    THEN comandă [comandă] ...]
[ELSIF expresie_booleană
    THEN comandă [comandă] ...]
[ELSE comandă [comandă] ...]
END IF;

```

- Comenzile din instrucțiune sunt executate dacă expresia booleană corespunzătoare are valoare `TRUE`. În caz contrar (expresia booleană are valoarea `FALSE` sau `NULL`), secvența nu este executată.
- Instrucțiunea `IF` poate conține mai multe clauze `ELSIF`, dar o singură clauză `ELSE`. Aceasta se referă la ultima clauză `ELSIF`.

Exemplul 3.10

```

DECLARE
    v_nr NATURAL;
    v_clasificare CHAR(1) := UPPER('&p_clasificare');
BEGIN
    SELECT COUNT(*) INTO v_nr
    FROM   clasific_clienti
    WHERE  clasificare = v_clasificare;

    IF v_nr=0
        THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Nu exista clienti de ' ||
                                'tipul ' || v_clasificare);
        ELSE
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Există ' || v_nr || ' clienti de tipul ' || v_clasificare);
    END IF;
END;

```

Exemplul 3.11

```

DECLARE
    v_nr NATURAL;
    v_clasificare CHAR(1) := UPPER('&p_clasificare');
BEGIN
    SELECT COUNT(*) INTO v_nr
    FROM   clasific_clienti
    WHERE  clasificare = v_clasificare
    AND    id_categorie = 1;

    IF v_nr=0
        THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Nu exista clienti de ' ||
                                'tipul ' || v_clasificare);

        ELSE
            IF v_nr =1
                THEN
                    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Există 1 client ' ||
                                         'de tipul ' || v_clasificare);
                ELSE
                    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Există ' || v_nr || ' clienti de tipul ' || v_clasificare);
                END IF;
        END IF;
    END;

```

Exemplul 3.12 - vezi curs

3.7.3. Instrucțiunea condițională CASE

```
[<<eticheta>>]
CASE selector
    WHEN valoare_1_selector THEN secvență_comenzi_1;
    WHEN valoare_2_selector THEN secvență_comenzi_2;
    ...
    WHEN valoare_n_selector THEN secvență_comenzi_n;
    [ELSE secvență_comenzi;]
END CASE [eticheta];
```

- *Selectorul* este o expresie a cărei valoare este evaluată o singură dată și este utilizată pentru a selecta una dintre alternativele specificate prin clauzele *WHEN*.
 - Poate avea orice tip *PL/SQL*, cu excepția tipurilor *BLOB*, *BFILE* și tipuri definite de utilizator.
- Dacă valoarea selectorului este egală cu *valoare_k_selector*, atunci sunt executate comenziile cuprinse în *secvență_comenzi_k* și comanda *CASE* se încheie.
 - *Valoare_k_selector* poate avea orice tip *PL/SQL*, cu excepția tipurilor *BLOB*, *BFILE* și tipuri definite de utilizator.
- Secvența de comenzi din clauza *ELSE* este executată doar dacă selectorul nu are niciuna dintre valorile cuprinse în clauzele *WHEN*.
 - Clauza *ELSE* este opțională.
 - Dacă această clauză lipsește și selectorul nu are niciuna dintre valorile specificate în clauzele *WHEN*, atunci pare eroarea *CASE_NOT_FOUND*.

Exemplul 3.13

```
DECLARE
    v_nr NATURAL;
    v_clasificare CHAR(1) := UPPER('&p_clasificare');
BEGIN
    SELECT COUNT(*) INTO v_nr
    FROM   clasific_clienti
    WHERE  clasificare = v_clasificare
    AND    id_categorie = 1;

    CASE v_nr
        WHEN 0 THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Nu exista clienti de ' ||
                                'tipul '|| v_clasificare);
        WHEN 1 THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Există 1 client ' ||
                                'de tipul '|| v_clasificare);
```

```

    ELSE
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Exista ' || v_nr ||
                             ' clienti de tipul '|| v_clasificare);
    END CASE;
END;

```

- Comanda *CASE* permite o formă alternativă:

```

[<<eticheta>>]
CASE
    WHEN expresie_booleană_1 THEN secvență_comenzi_1;
    WHEN expresie_booleană_2 THEN secvență_comenzi_2;
    ...
    WHEN expresie_booleană_n THEN secvență_comenzi_n;
    [ELSE secvență_comenzi;]
END CASE [eticheta];

```

- Selectorul lipsește.
- Fiecare clauză *WHEN* conține o expresie booleană.
- Dacă expresie booleană *expresie_booleană_k* are valoarea *TRUE*, atunci sunt executate comenzile cuprinse în *secvență_comenzi_k* și comanda *CASE* se încheie.
- Secvența de comenzi din clauza *ELSE* este executată doar dacă nicio expresie booleană din clauzele *WHEN* nu are valoare *TRUE*.
- Și în acest caz clauza *ELSE* este optională. Dacă această clauză lipsește și nicio expresie booleană din clauzele *WHEN* nu are valoare *TRUE*, atunci pare eroarea *CASE_NOT_FOUND*.

Exemplul 3.14 - [vezi curs](#)



Nu confundați comanda *CASE* din *PL/SQL* cu expresia *CASE* din *SQL*.

Exemplul 3.15 - [vezi curs](#)

Expresia *CASE* are sintaxa similară comenzi *CASE*, dar:

- clauzele *WHEN* nu se termină prin caracterul „;”;
- în clauzele *WHEN* nu se realizează atribuiri;
- clauza *END* nu include cuvântul cheie *CASE*.

Exemplul 3.16 - [vezi curs](#)

3.7.4. Instrucțiunea iterativă ***LOOP***

```
LOOP
    sevență_de_comenzi;
END LOOP;
```

- Este denumită ciclare simplă.
- Comenziile incluse între cuvintele cheie ***LOOP*** și ***END LOOP*** sunt executate cel puțin o dată.
- Pentru a nu cicla la infinit trebuie utilizată comanda ***EXIT***.

Exemplul 3.17

```
DECLARE
    cod_ascii NUMBER := ASCII('A');
BEGIN
    LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(CHR(cod_ascii) || ' ');
        cod_ascii := cod_ascii + 1;
        -- EXIT;
        EXIT WHEN cod_ascii > ASCII('E');
        /* IF cod_ascii > ASCII('E') THEN EXIT;
           END IF; */
    END LOOP;

    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Iesire cand am ajuns la ' ||
                         CHR(cod_ascii));
END;
```

- Pentru a transfera controlul iterației următoare se utilizează comanda ***CONTINUE***.

Exemplul 3.18 - **vezi curs**

3.7.5. Instrucțiunea iterativă ***WHILE***

```
WHILE condiție LOOP
    sevență_de_comenzi;
END LOOP;
```

- Este denumită ciclare condiționată.
- Comenziile incluse între cuvintele cheie ***LOOP*** și ***END LOOP*** sunt executate atât timp cât condiția are valoarea ***TRUE***.
- Condiția este evaluată la începutul fiecărei iterații.

Exemplul 3.19

```

DECLARE
    i NATURAL := 1;
BEGIN
    WHILE i<=10 LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(i**2|| ' ');
        i := i + 1;
    END LOOP;

    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Iesire cand i = '|| i );
END;
/

DECLARE
    i NATURAL := 1;
BEGIN
    WHILE i<=10 LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(i**2|| ' ');
        i := i + 1;
        CONTINUE WHEN i<=5;
        DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
    END LOOP;

    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Iesire cand i = '|| i );
END;
/

```

3.7.6. Instrucțiunea iterativă *FOR*

```

FOR contor IN [REVERSE] lim_inf..lim_sup LOOP
    sevență_de_comenzi;
END LOOP;

```

- Este denumită ciclare cu pas și este utilizată dacă numărul de iterații este cunoscut.
- Comenziile incluse între cuvintele cheie *LOOP* și *END LOOP* sunt executate pentru toate valorile întregi din intervalul $[lim_inf, lim_sup]$.
- Dacă este utilizată opțiunea *REVERSE*, iterația se realizează în sens invers (de la *lim_sup* la *lim_inf*).
- Variabila *contor* nu trebuie declarată.
 - Este neidentificată în afara ciclului.
 - Implicit este de tip *BINARY_INTEGER*.
- Pasul are valoarea 1 (nu poate fi modificat).
- Limitele domeniului pot fi variabile sau expresii de tip întreg sau care pot fi convertite la întreg.

Exemplul 3.20

```

BEGIN
    FOR i IN 1..10 LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(i**2||' ');
    END LOOP;

    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
END;
/

BEGIN
    FOR i IN REVERSE 1..10 LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(i**2||' ');
    END LOOP;

    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
END;
/

BEGIN
    FOR i IN REVERSE 1..10 LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(i**2||' ');
        CONTINUE WHEN i<=5;
        DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
    END LOOP;

    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
END;
/

```

3.7.7. Instrucțiunea vidă

```
NULL;
```

- Nu există nicio corespondență între valoarea *NULL* și instrucțiunea *NULL*.
- Nu realizează nicio operație.
- Plasează controlul următoarei comenzi.
- În *PL/SQL* anumite structuri trebuie să conțină cel puțin o comandă executabilă (de exemplu, instrucțiunea *IF* sau zona de gestiune a exceptiilor).

- Un bloc care nu are nicio acțiune.

Exemplul 3.21

```
DECLARE
    x NUMBER (2) NOT NULL :=2;
BEGIN
    NULL;
END;
```

- Captarea unei excepții pentru care nu se realizează nicio acțiune.

Exemplul 3.22

```
DECLARE
    v_clasificare    clasific_clienti.clasificare%TYPE;
    v_categorie      clasific_clienti.id_categorie%TYPE;
    v_client         clasific_clienti.id_categorie%TYPE := 978;
BEGIN
    SELECT clasificare, id_categorie
    INTO   v_clasificare, v_categorie
    FROM   clasific_clienti
    WHERE  id_client = v_client;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(v_categorie || ' '
                           || v_clasificare);

EXCEPTION
    WHEN NO_DATA_FOUND THEN
        -- DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Nicio linie!');
        NULL;

    WHEN TOO_MANY_ROWS THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Mai multe linii!');
    WHEN OTHERS THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Alta eroare!');
END;
```

- Salt la o etichetă după care nu urmează nicio instrucțiune executabilă (de exemplu urmează *END* sau *END IF*). Următoarele 3 exemple ilustrează opțiuni posibile.

Exemplul 3.23

```

DECLARE
    i INT(1);
BEGIN
    FOR i in 1..5 loop
        IF i=3 THEN
            GOTO eticheta;
        ELSE
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('i='||i);
        END IF;
    END LOOP;
    <<eticheta>>
    --instructiunea NULL nu este necesara
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('STOP cand i='||i);
END;

```

```

DECLARE
    j INT(1);
BEGIN
    FOR i in 1..5 loop
        j:=i;
        IF i=3 THEN
            GOTO eticheta;
        ELSE
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('i='||i);
        END IF;
    END LOOP;
    <<eticheta>>
    --instructiunea NULL nu este necesara
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('STOP cand i='||j);
END;

```

```

BEGIN
    FOR i in 1..5 loop
        IF i=3 THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('STOP cand i='||i);
            GOTO eticheta;
        ELSE
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('i='||i);
        END IF;
    END LOOP;
    <<eticheta>>
    --instructiunea NULL este necesara
    NULL;
END;

```

- Este des utilizată în instrucțiunile condiționale pentru a sugera că într-un anumit caz nu se întâmplă nimic.

```

BEGIN
    FOR i in 1..5 loop
        IF i=3 THEN
            NULL;
        ELSE
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('i='||i);
        END IF;
    END LOOP;
END;

```

3.7.8. Instrucțiunea de salt **EXIT**

```
EXIT [etichetă] [WHEN condiție];
```

- Permite ieșirea dintr-un ciclu. (Exemplele 3.17 și 3.18).
- Controlul trece fie la prima instrucțiune situată după clauza *END LOOP* corespunzătoare, fie după instrucțiunea *LOOP* având eticheta specificată.

3.7.9. Instrucțiunea de salt **CONTINUE**

```
CONTINUE [WHEN condiție];
```

- Permite transferarea controlului iterației următoare. (Exemplele 3.18, 3.19 și 3.20).

3.7.10. Instrucțiunea de salt *GOTO*

```
GOTO nume_eticheta;
```

- Permite saltul necondiționat la o instrucțiune executabilă sau la începutul unui bloc care are eticheta specificată în comandă. (Exemplul 3.23).
- Nu este permis saltul:
 - în interiorul unui bloc (subbloc);
 - în interiorul unei comenzi *IF*, *CASE* sau *LOOP*;
 - de la o clauză a comenzi *CASE*, la altă clauză a aceleiași comenzi;
 - de la tratarea unei excepții, în blocul curent;
 - în exteriorul unui subprogram.

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)
4. MySQL Online Documentation (<http://dev.mysql.com>)
5. Microsoft Online Documentation (<http://msdn.microsoft.com>)

Cuprins

4. <i>PL/SQL</i> – Tipuri de date.....	2
4.1. Tipuri de date scalare.....	4
4.1.1. Tipuri de date <i>SQL</i>	5
4.1.2. Tipuri de date <i>PL/SQL</i>	14
4.1.3. Tipuri de date și subtipurile acestora	15
4.1.4. Conversii între tipuri de date.....	17
4.1.5. Atributul <i>%TYPE</i>	17
4.2. Tipuri de date compuse.....	18
4.2.1. Atributul <i>%ROWTYPE</i>	18
4.2.2. Tipul de date înregistrare	19
4.2.3. Tipul de date colecție.....	20
4.2.4. Tablouri indexate	22
4.2.5. Tablouri imbricate.....	25
4.2.6. Vectori.....	29
4.2.7. Colecții pe mai multe niveluri.....	31
4.2.8. Compararea colecțiilor.....	32
4.2.9. Prelucrarea colecțiilor stocate în tabele	33
4.2.10. Procedeul <i>bulk collect</i>	35
4.2.11. Procedeul <i>bulk bind</i>	37
4.3. Vizualizări din dicționarul datelor.....	39
Bibliografie	40

4. PL/SQL – Tipuri de date

- Tipul de date este o mulțime de valori predefinită sau definită de utilizator.
- Constantele, variabilele și parametrii *PL/SQL* trebuie să aibă specificat un tip de date. Acesta va determina formatul de stocare, valorile și operațiile permise.

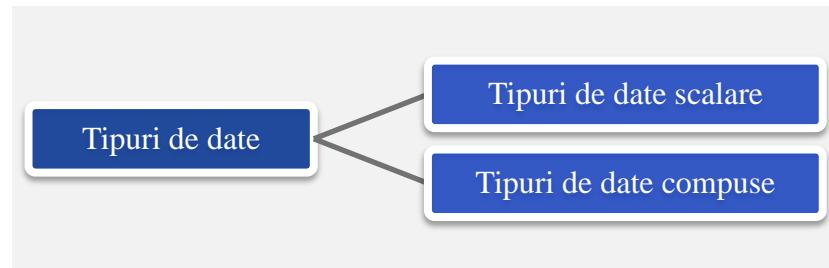


Fig. 4.1. Tipuri de date

- Există două categorii de tipuri de date:
 - tipuri de date scalare
 - pot stoca o singură valoare
 - valoarea stocată nu poate avea componente interne
 - tipuri de date compuse
 - pot stoca mai multe valori
 - valorile stocate pot avea componente interne care pot fi accesate individual

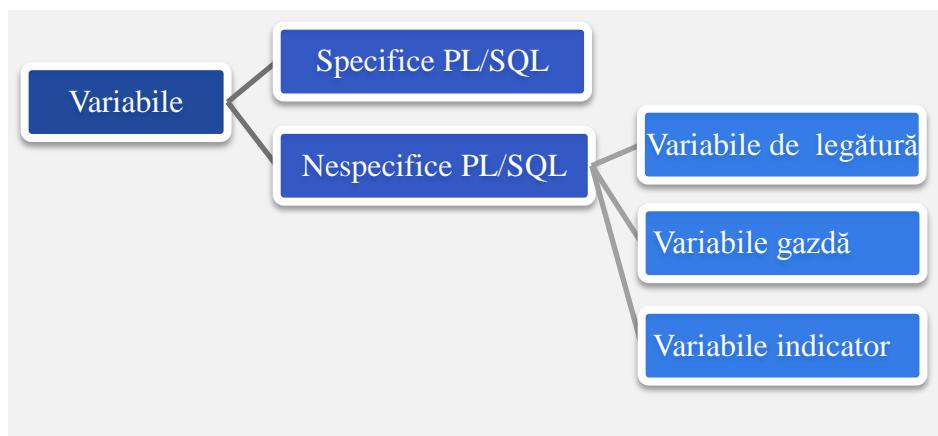


Fig. 4.2. Variabile utilizate de *Oracle*

- Variabilele folosite în *Oracle* pot fi:
 - specifice *PL/SQL*
 - nespecifice *PL/SQL*
 - variabile de legătură (*bind variables*)

- se declară într-un mediu gazdă și sunt folosite pentru a transfera la momentul execuției valori (numerice sau de tip caracter) din/ în unul sau mai multe programe *PL/SQL*
- în *SQL*Plus* se declară folosind comanda *VARIABLE*, iar pentru afișarea valorilor acestora se utilizează comanda *PRINT*; sunt referite prin prefixarea cu simbolul „::“, pentru a putea fi deosebite de variabilele declarate în *PL/SQL*
- variabile gazdă (*host variables*)
 - permit transferul de valori între un mediu de programare (de exemplu, instrucțiunile *SQL* pot fi integrate în programe *C/C++*) și instrucțiunile *SQL* care comunică cu *server-ul bazei de date Oracle*
 - în precompilatorul *Pro*C/C++* sunt declarate între directivele *EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION* și *EXEC SQL END DECLARE SECTION*
- variabile indicator (*indicator variables*)
 - se asociază unei variabile gazdă și permit monitorizarea acesteia
 - permit comunicarea valorii *null* între *Oracle* și un limbaj gazdă care nu are o valoare corespunzătoare pentru *null* (de exemplu, *C*)
 - se utilizează folosind una dintre formele de mai jos


```
:variabilă_gazdă INDICATOR :variabilă_indicator
sau
:variabilă_gazdă :variabilă_indicator
```
 - sunt de tip întreg (stocat 2 bytes)
 - *Oracle* poate atribui unei variabile indicator următoarele valori:
 - 0, dacă operația s-a realizat cu succes
 - 1, dacă o valoare *null* a fost întoarsă, inserată sau actualizată
 - 2, dacă într-o variabilă gazdă de tip caracter s-a întors o valoare de tip *LONG* trunchiată, fără să se poată determina lungimea originală a coloanei
 - >0, dacă rezultatul unei comenzi *SELECT* sau *FETCH* într-o variabilă gazdă de tip caracter a fost trunchiat; în acest caz valoarea indicator este dimensiunea originală a coloanei.

Exemplu

```

EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
    float pret_produs;
    short indicator_pret;
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
    ...

EXEC SQL SELECT pret
    INTO :pret_produs:indicator_pret
    FROM produse
    WHERE id_produs = 100;

IF (indicator_pret == -1)
    PRINTF("Produsul nu are pret specificat ");

ELSE
    ...

```

- un program poate atribui unei variabile indicator următoarele valori:
- 1, caz în care *Oracle* va atribui coloanei valoarea *null*, ignorând valoarea variabilei gazdă
- ≥ 0 , caz în care *Oracle* va atribui coloanei valoarea variabilei gazdă

Exemplu

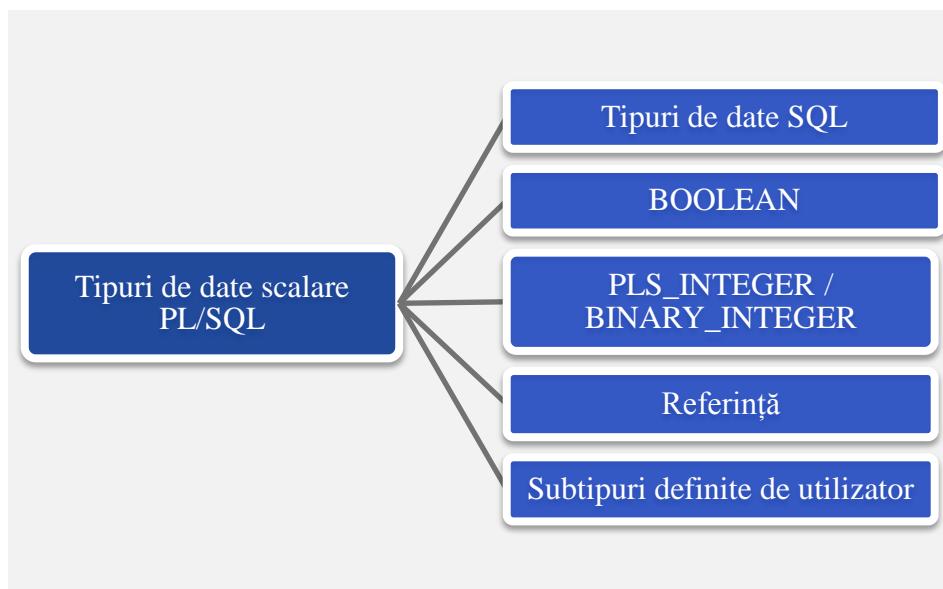
```

...
SET v_indicator = -1;
EXEC SQL INSERT INTO clienti (id_client, status)
    VALUES (:v_cod, :v_status:v_indicator);

```

4.1. Tipuri de date scalare

- Un tip de date scalar stochează o singură valoare care nu poate avea componente interne.
- Tipurile de date scalare pot avea definite subtipuri.
 - Subtipul este un tip de date care reprezintă o submulțime a unui alt tip de date, denumit tip de bază.
 - Subtipul permite aceleasi operații ca și tipul de bază.
- Pachetul *STANDARD* conține tipurile și subtipuri predefinite.
 - Utilizatorii pot defini propriile lor subtipuri.

**Fig. 4.3.** Tipuri de date scalare PL/SQL

- Tipuri de date scalare *PL/SQL*:
 - tipurile de date *SQL*
 - *BOOLEAN*
 - *PLS_INTEGER / BINARY_INTEGER*
 - referință (de exemplu, *REF CURSOR*)
 - subtipuri definite de utilizator

4.1.1. Tipuri de date *SQL*

- Dimensiunea maximă permisă de aceste tipuri de date poate fi diferită în *PL/SQL* față de *SQL*.

Tipuri CHARACTER

Tip date	Descriere	Dim max PL/SQL	Dim max SQL
CHAR [(n [BYTE CHAR])]	Dimensiune fixă - <i>n bytes</i> sau caractere (un caracter poate ocupa mai mult de 1 byte). Implicit n=1 byte.	32767 bytes	2000 bytes
VARCHAR2 (n [BYTE CHAR])	Dimensiune variabilă - <i>n bytes</i> sau caractere. Nu are valoare implicită.	32767 bytes	4000 bytes
NCHAR [(n)]	Dimensiune fixă - <i>n caractere</i> , aparținând setului național de caractere. Implicit n=1.	32767 bytes	2000 bytes
NVARCHAR2 (n)	Dimensiune variabilă, având <i>n caractere</i> , aparținând setului național de caractere. Nu are valoare implicită.	32767 bytes	4000 bytes

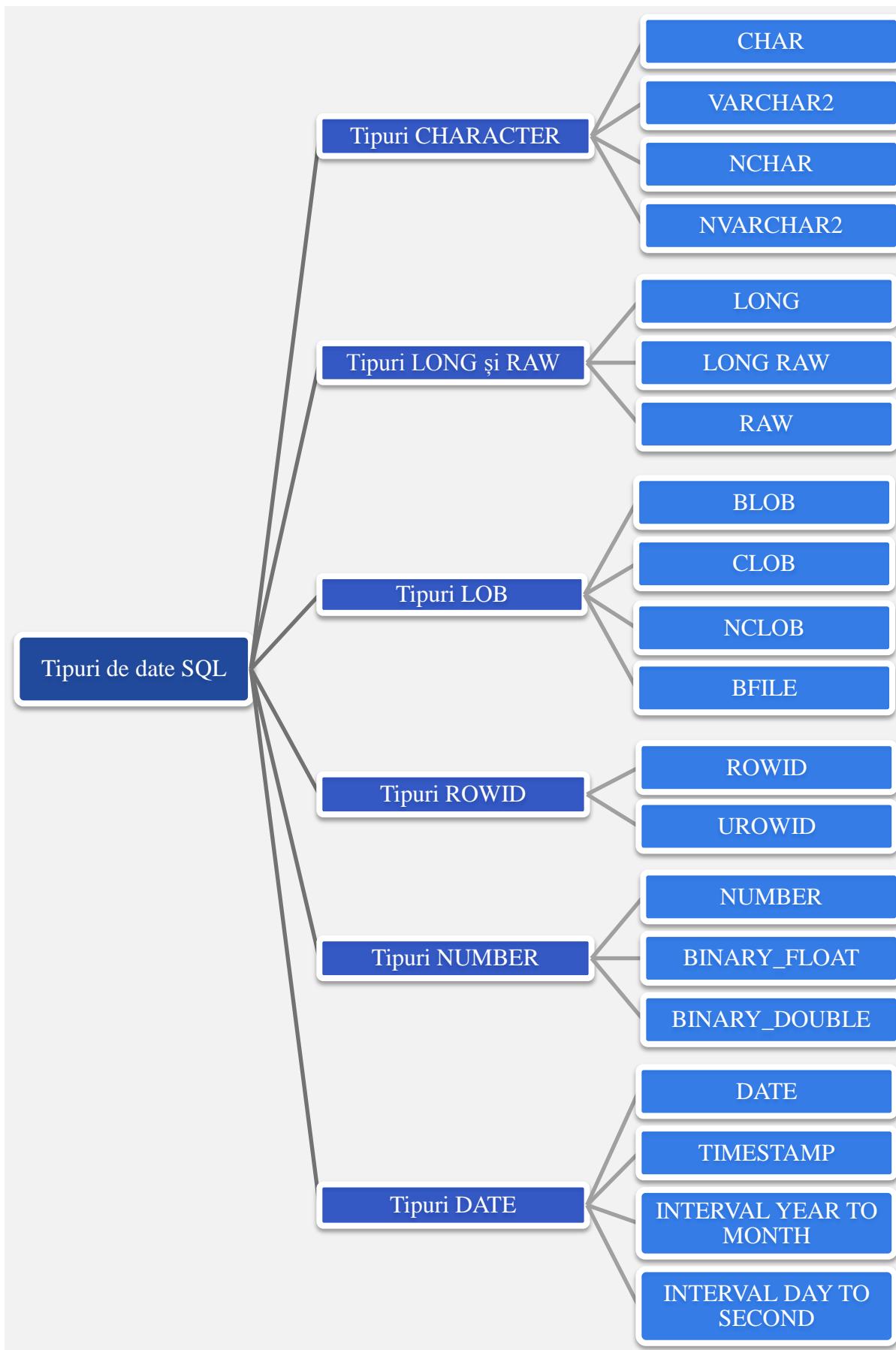


Fig. 4.4. Tipuri de date SQL

Exemplul 4.1

```

DECLARE
    sir_1 CHAR(10) := 'PL/SQL';
    sir_2 VARCHAR2(10) := 'PL/SQL';
BEGIN
    IF sir_1 = sir_2 THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE (sir_1 || ' = ' || sir_2);
    ELSE
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE (sir_1 || ' != ' || sir_2 );
    END IF;
END;

```

Tipuri LONG și RAW

Tip date	Descriere	Dim max PL/SQL	Dim max SQL
LONG	Dimensiune variabilă. Păstrat doar din motive de compatibilitate cu versiunile anterioare.	32760 bytes	2GB – 1 (gigabytes)
LONG RAW	Date în format binar. Dimensiune variabilă. Păstrat doar din motive de compatibilitate cu versiunile anterioare.	32760 bytes	2GB
RAW(n)	Date în format binar sau date care sunt prelucrate byte cu byte (grafice, fișiere audio) Dimensiune variabilă. Nu are valoare implicită.	32767 bytes	2000 bytes

Tipuri LOB

Tip date	Descriere	Dim max PL/SQL	Dim max SQL
BLOB	Obiecte de tip binar de dimensiuni mari	128TB (terabytes)	(4GB-1byte) * dim_bloc (dimensiune bloc date)
CLOB	Obiecte de tip caracter de dimensiuni mari	128TB	(4GB-1byte) * dim_bloc
NCLOB	Obiecte de tip caracter de dimensiuni mari. Datele stocate corespund setului național de caractere.	128TB	(4GB-1byte) * dim_bloc
BFILE	Specifice) * dim_bloc caractere.ensiuni mari... Permite stocarea datelor binare ate, icator este dimensiunea origin	128TB	(4GB-1byte) * dim_bloc

Tipuri ROWID

Tip date	Descriere	Dim max PL/SQL	Dim max SQL
ROWID	Adresele fizice ale liniilor. (000000.FFF.BBBBBB.LLL)	obiect.fișier.bloc.linie	obiect.fișier.bloc.linie
UROWID [(n)]	Adresele logice și fizice ale liniilor. Implicit 4000bytes.	4000 bytes	4000 bytes



- ❖ ROWID-urile fizice stochează adresa liniilor din tabelele obișnuite (care nu sunt de tip *index-organized*), *cluster-e*, partiții și subpartiții ale tabelelor, indecsi, partiții și subpartiții ale indecsilor.
- ❖ ROWID-urile logice stochează adresa liniilor din tabele de tip *index-organized*.

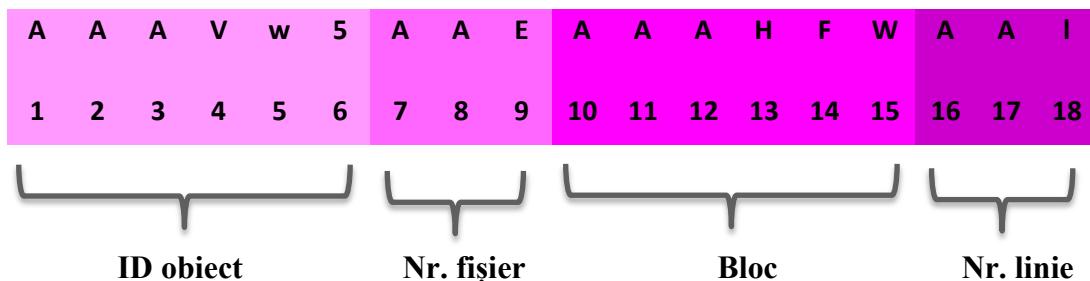


Fig. 4.5 Componentele unui ROWID



Tipul de date *UROWID* (*Universal ROWID*) permite atât adresele fizice, cât și logice ale liniilor dintr-o bază de date *Oracle*, dar și adresele liniilor din tabele externe *non-Oracle*.



Tabelele relaționale obișnuite stochează datele nesortate. Un tabel de tip *index-organized* este un tip de tabel care stochează datele într-o structură de index *B-tree*, sortate logic după cheia primară. Față de indexul normal creat automat la definirea unei chei primare, care stochează doar coloanele incluse în definiția cheii, indexul tabelului de tip *index-organized* stochează în general toate coloanele tabelului (coloanele care sunt accesate rar pot fi mutate în alte segmente față de cel principal).

Tipuri NUMBER

Tip date	Descriere	Dim max PL/SQL	Dim max SQL
NUMBER [(p[, s])]	<p>Număr cu precizia p (numărul total de cifre) și scala s (numărul de cifre ale părții zecimale dacă s este pozitiv).</p> <p>Implicit $s=0$.</p> <p>$p \in [1,38], s \in [-84,127]$</p> <p>Dacă p nu este specificat, atunci se stochează valoarea dată.</p> <p>Dacă s este pozitiv, atunci se face rotunjire a părții zecimale (de ex. dacă $s=2$, 12,474 devine 12,47, iar 12,476 devine 12,48).</p> <p>Dacă s este negativ, atunci se face rotunjire a părții întregi (de ex. dacă $s=-2$ avem rotunjire la sute; 1245 devine 1200 și 1255 devine 1300).</p> <p>Dacă $s=0$ se face rotunjire la întreg (de ex., numărul 3,45 devine 3, iar numărul 3,67 devine 4).</p> <p>Pentru a preciza doar valoarea lui s se folosește NUMBER(*,s).</p>	38 cifre	38 cifre
BINARY_FLOAT	Număr virgulă mobilă precizie simplă (32 biți)	5 bytes (1 byte pentru lungime)	5 bytes
BINARY_DOUBLE	Număr virgulă mobilă precizie dublă (64 biți)	9 bytes (1 byte pentru lungime)	9 bytes

Tipuri DATE

Tip de date	Descriere
DATE	Dată calendaristică între 01.01.4712 î.Hr. și 31.12.9999 d.Hr.
TIMESTAMP [(p)] [WITH [LOCAL] TIME ZONE]	Dată calendaristică și timp, cu precizia p pentru milisecunde ($p \in [0,9]$, implicit $p=6$). <i>WITH TIME ZONE</i> specifică diferența de fus orar. <i>LOCAL</i> implică transformarea datei calendaristice conform timpului regiunii care este setat la nivelul bazei de date.
INTERVAL YEAR [(p)] TO MONTH	Perioadă de timp specificată în ani și luni. Precizia p reprezintă numărul maxim de cifre al câmpului <i>YEAR</i> ($p \in [0,9]$, implicit $p=2$).
INTERVAL DAY [(d)] TO SECOND [(s)]	Perioadă de timp specificată în zile, ore, minute și secunde. Precizia d reprezintă numărul maxim de cifre al câmpului <i>DAY</i> ($d \in [0,9]$, implicit $d=2$).

- Oracle stochează datele de tip *DATE* folosind în întotdeauna 7 bytes. Fiecare byte stochează câte un element din dată.

Nr Byte	Descriere
1	Secol (înainte de stocare adaugă 100)
2	An (înainte de stocare adaugă 100)
3	Luna
4	Zi
5	Ora (înainte de stocare adaugă 1)
6	Minute (înainte de stocare adaugă 1)
7	Secunde (înainte de stocare adaugă 1)

Exemplul 4.2

```

CREATE TABLE test (d DATE);

INSERT INTO test
VALUES (TO_DATE('15-OCT-2012', 'DD-MON-YYYY'));

INSERT INTO test
VALUES (TO_DATE('15-OCT-2012 00:00:00',
               'DD-MON-YYYY HH24:MI:SS'));

INSERT INTO test
VALUES (TO_DATE('15.10.2012 15:22:07',
               'DD.MM.YYYY HH24:MI:SS'));

```

```
INSERT INTO test VALUES (sysdate);

SELECT DUMP(d) FROM test;

Typ=12 Len=7: 120,112,10,15,1,1,1
Typ=12 Len=7: 120,112,10,15,1,1,1
Typ=12 Len=7: 120,112,10,15,16,23,8
Typ=12 Len=7: 120,112,8,24,14,34,27
```

- Dacă se utilizează direct *SYSDATE* sau *TO_DATE* formatul se modifică:
 - Typ = 13
 - Len = 8
 - Byte-ul 8 nu este utilizat
 - anul se poate obține cu următoarea formulă: *Byte 1 + Byte 2 * 256*

Exemplul 4.3

```
SELECT DUMP(TO_DATE('15-OCT-2012 00:00:00',
    'DD-MON-YYYY HH24:MI:SS'))
FROM   DUAL;
```

Typ=13 Len=8: 220,7,10,15,0,0,0,0

```
SELECT DUMP(SYSDATE)
FROM   DUAL;
```

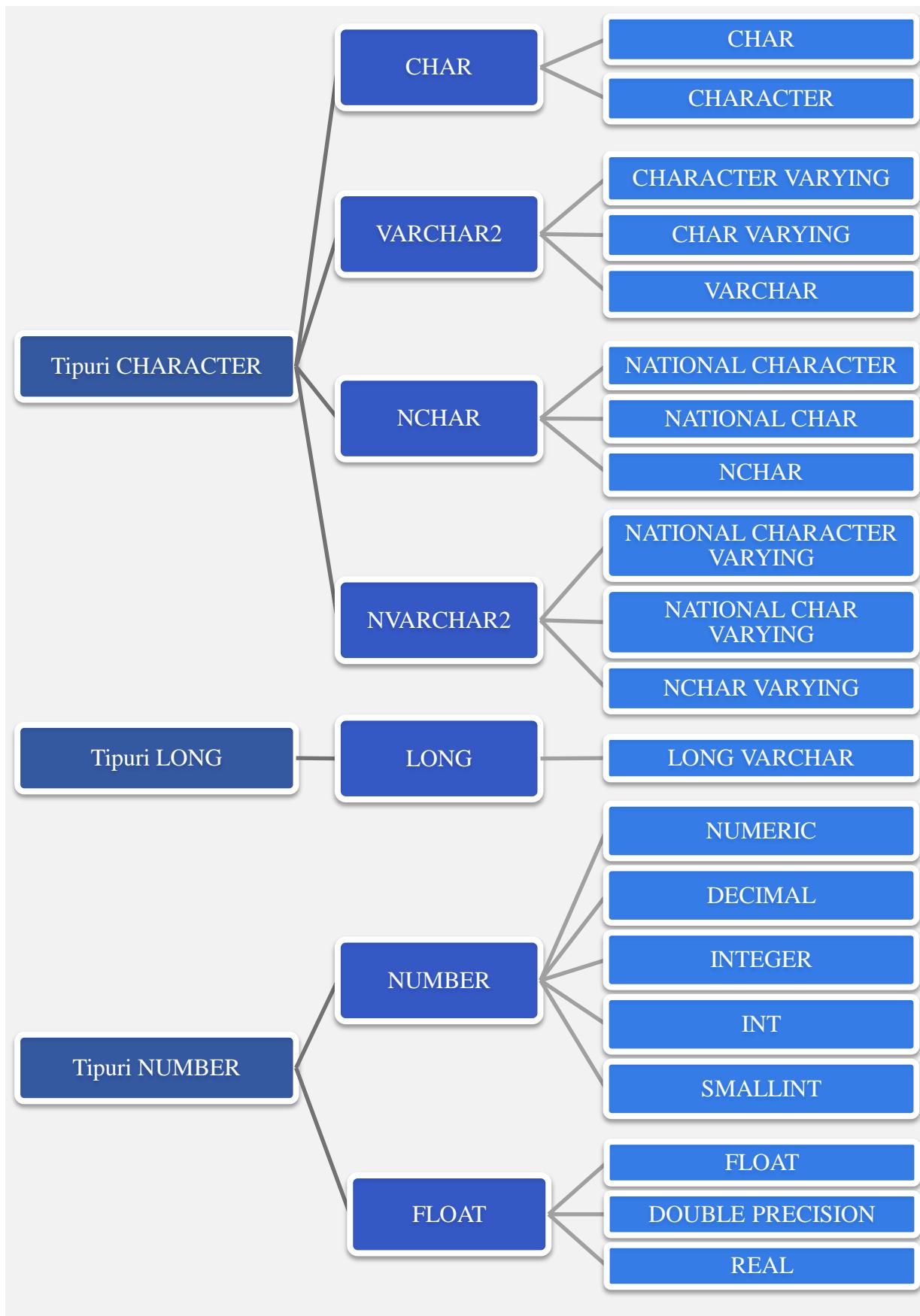
Typ=13 Len=8: 220,7,8,24,13,35,57,0

2012 = 220+7*256

Tipuri de date *SQL ANSI* sau *IBM*

- *Oracle* recunoaște numele tipurilor de date *ANSI* sau *IBM* (folosite de *SQL/DS* sau *DB2*) care diferă de numele tipurilor de date proprii.
- Atunci când este utilizat un tip de date *ANSI* sau *IBM*, acesta va fi convertit automat la tipul de date echivalent din *Oracle*.

Tip de date <i>ANSI</i>	Tip de date echivalent <i>ORACLE</i>
CHARACTER (n) CHAR (n)	CHAR (n)
CHARACTER VARYING (n) CHAR VARYING (n)	VARCHAR2 (n)
NATIONAL CHARACTER (n) NATIONAL CHAR (n) NCHAR (n)	NCHAR (n)
NATIONAL CHARACTER VARYING (n) NATIONAL CHAR VARYING (n) NCHAR VARYING (n)	NVARCHAR2 (n)
NUMERIC [(p, s)] DECIMAL [(p, s)]	NUMBER (p, s)
INTEGER INT SMALLINT	NUMBER (38)
FLOAT DOUBLE PRECISION REAL	FLOAT (126) FLOAT (126) FLOAT (63)
Tip de date <i>SQL/DS</i> sau <i>DB2</i>	Tip de date echivalent <i>ORACLE</i>
CHARACTER (n)	CHAR (n)
VARCHAR (n)	VARCHAR (n)
LONG VARCHAR	LONG
DECIMAL (p, s)	NUMBER (p, s)
INTEGER SMALLINT	NUMBER (38)

**Fig. 4.6** Tipuri de date Oracle cu tipurile ANSI/IBM echivalente

4.1.2. Tipuri de date PL/SQL

Tipul de date **BOOLEAN**

- Stochează valorile logice *true*, *false* sau valoarea *null*
- Nu are un tip *SQL* echivalent și din acest motiv nu pot fi utilizate variabile sau parametrii de tip *boolean* în:
 - comenzi *SQL*
 - funcții *SQL* predefinite
 - funcții *PL/SQL* invocate în comenzi *SQL*

Tipul de date **PLS_INTEGER / BINARY_INTEGER**

- Tipurile de date *PLS_INTEGER* și *BINARY_INTEGER* sunt identice.
- Stochează numere întregi cu semn reprezentate pe 32 biți cu valori cuprinse între -2.147.483.648 și 2.147.483.647.



Avantaje față de tipul *NUMBER* și subtipurile sale

- necesită mai puțin spațiu de stocare
- deoarece folosesc aritmetică mașinii operațiile cu acest tip sunt efectuate mai rapid decât operațiile cu tipurile *NUMBER* (care folosesc librării aritmetice).

Tipul de date referință

- Are ca valoare un *pointer* care face referință către un obiect
 - *REF CURSOR* - locația din memorie (adresa) unui cursor explicit (*Informații suplimentare în cursul despre cursoare*)

Subtipuri definite de utilizator

- Pentru a crea un subtip se utilizează comanda

```
SUBTYPE nume_subtip IS tip_de_bază [ (constrângere) ]
[NOT NULL];
```

- *tip_de_bază* poate fi un tip de date scalar sau un tip definit de utilizator
- *constrângere* se referă la precizie și scală.
- Nu se pot specifica valori implice.

Exemplul 4.4

```

DECLARE
    SUBTYPE subtip_data IS DATE NOT NULL;
    SUBTYPE subtip_email IS CHAR(15);
    SUBTYPE subtip_descriere IS VARCHAR2(1500);
    SUBTYPE subtip_rang IS PLS_INTEGER RANGE -5..5;
    SUBTYPE subtip_test IS BOOLEAN;
    v_data subtip_data := SYSDATE;
    v_email subtip_email(10);
    v_descriere subtip_descriere;
    v_rang subtip_rang := 2;
    v_test BOOLEAN;
BEGIN
    NULL;
END;

```

4.1.3. Tipuri de date și subtipurile acestora

Tip date	Subtip	Descriere
NUMBER	DEC DECIMAL NUMERIC	NUMBER cu virgulă fixă, precizie maximă 38 cifre zecimale
	FLOAT DOUBLE PRECISION	NUMBER cu virgulă mobilă, precizie maximă 126 cifre binare (aproximativ 38 cifre zecimale)
	INT INTEGER SMALLINT	Intreg, precizie maximă 38 cifre zecimale
	REAL	NUMBER cu virgulă mobilă, precizie maximă 63 cifre binare (aproximativ 18 cifre zecimale)
PLS_INTEGER	NATURAL	Valorile PLS_INTEGER nenegative
	NATURALN	Valorile PLS_INTEGER nenegative cu constrângerea NOT NULL
	POSITIVE	Valorile PLS_INTEGER pozitive
	POSITIVEN	Valorile PLS_INTEGER pozitive cu constrângerea NOT NULL
	SIGNTYPE	Valorile PLS_INTEGER -1, 0 și 1
	SIMPLE_INTEGER	Valorile PLS_INTEGER cu constrângerea NOT NULL
CHAR	CHARACTER	Același domeniu de valori ca și CHAR. Este folosit din motive de compatibilitate cu tipurile ANSI și IBM.

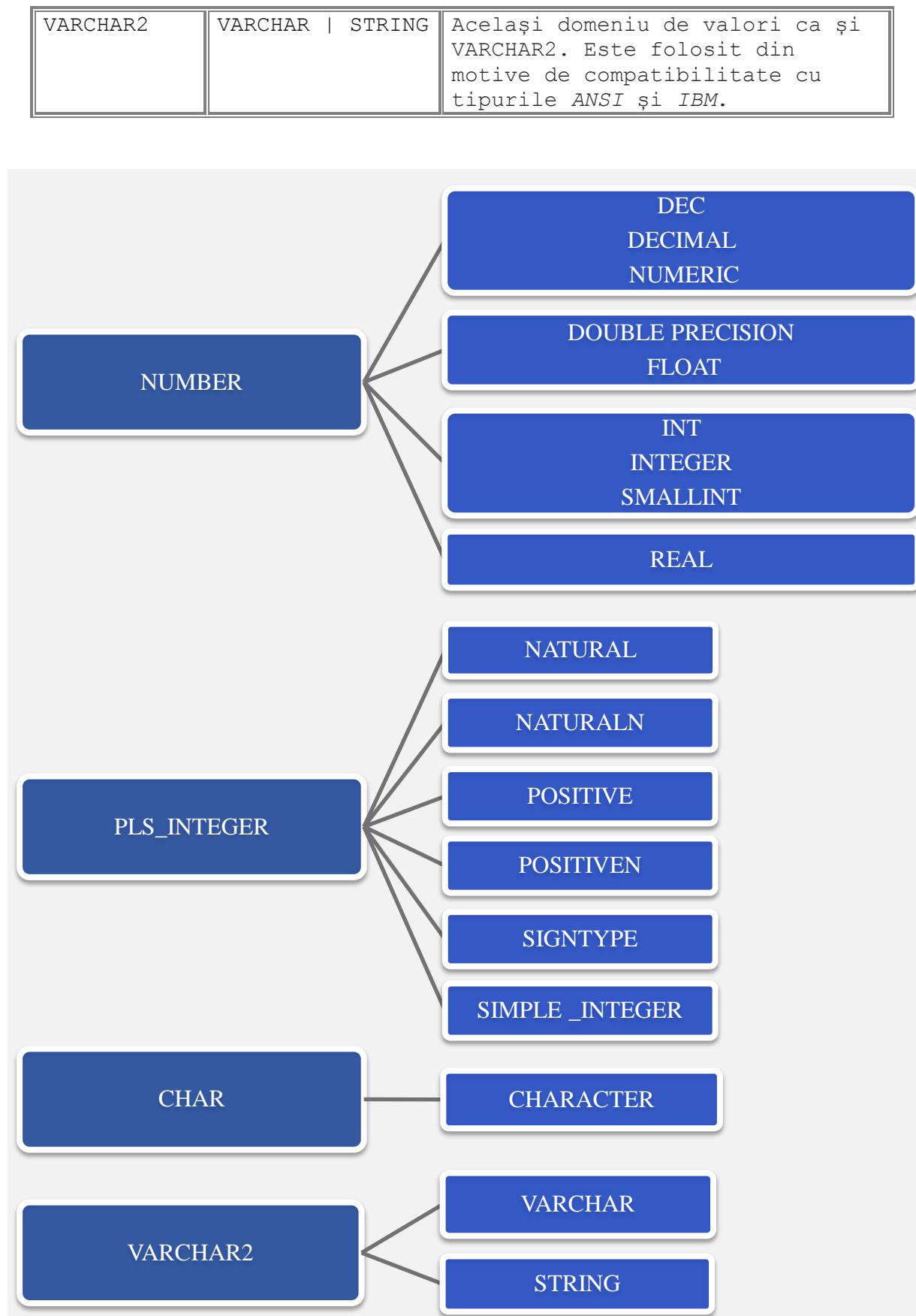


Fig. 4.7 Tipuri de date și subtipurile lor

4.1.4. Conversii între tipuri de date

- Tipuri de conversii
 - implicite (realizate automat de sistem)

Exemple de conversii implicite

	DATE	NUMBER	VARCHAR2	PLS_INTEGER
DATE	Nu se aplică	X	✓	X
NUMBER	X	Nu se aplică	✓	✓
VARCHAR2	✓	✓	Nu se aplică	✓
PLS_INTEGER	X	✓	✓	Nu se aplică

- explicite (realizate folosind explicit funcțiile de conversie)

Exemple de funcții de conversie

ASCIISTR, BFILENAME, BIN_TO_NUM, CAST, CHARTOROWID, COMPOSE, CONVERT, DECOMPOSE, HEXTORAW, NUMTODSINTERVAL, NUMTOYMINTERVAL, RAWTOHEX, RAWTONHEX, REFTOHEX, ROWIDTOCHAR, ROWIDTONCHAR, SCN_TO_TIMESTAMP, TIMESTAMP_TO_SCN, TO_BINARY_DOUBLE, TO_BINARY_FLOAT, TO_CHAR, TO_CLOB, TO_DATE, TO_DSINTERVAL, TO_LOB, TO_MULTI_BYTE, TO_NCHAR, TO_NCLOB, TO_NUMBER, TO_SINGLE_BYTE, TO_TIMESTAMP, TO_TIMESTAMP_TZ, TO_YMINTERVAL, TRANSLATE USING, UNISTR

Conversiile implicite au o serie de dezavantaje:



- pot fi lente;
- se pierde controlul asupra programului (dacă Oracle modifică regulile de conversie, atunci codul poate fi afectat);
- depind de mediul în care sunt utilizate (de exemplu, formatul datei calendaristice variază în funcție de setări; astfel, codul poate să nu ruleze pe server-e diferite);
- codul devine mai greu de înțeles.

4.1.5. Atributul %TYPE

- Este utilizat pentru a declara o variabilă cu același tip de date ca al altor variabile sau al unei coloane dintr-un tabel.

```
variabilă_2 variabilă_1%TYPE;
variabilă nume_tabel.nume_coloană%TYPE;
```



Avantaje:

- nu este necesar să se cunoască exact tipul de date al coloanei din tabel
- anumite modificări realizate asupra tipului de date al coloanei (de exemplu, se mărește dimensiunea), nu vor afecta programul

4.2. Tipuri de date compuse

- Un tip de date compus stochează mai multe valori care pot avea componente interne ce pot fi accesate individual.

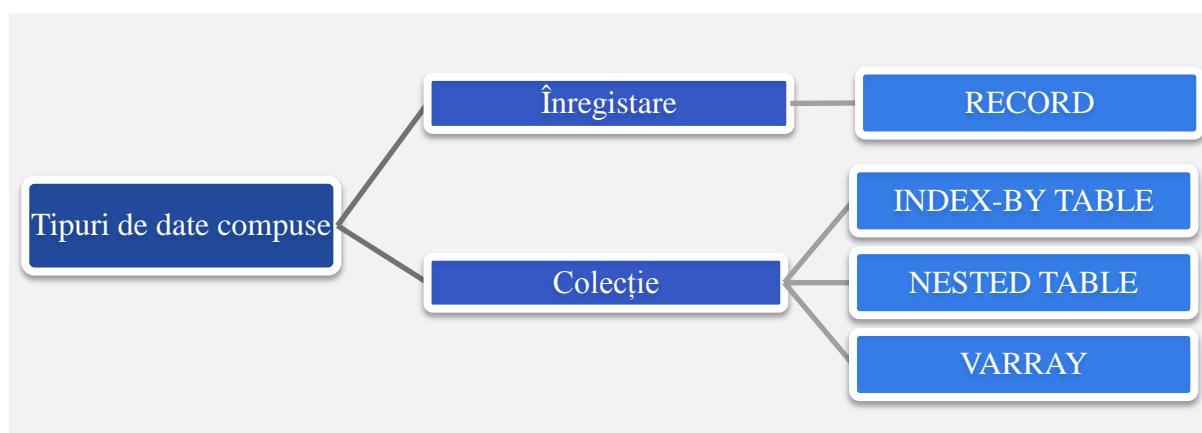


Fig. 4.8. Tipuri de date compuse

- Tipurile de date compuse
 - înregistrare (*RECORD*)
 - componentele interne pot avea tipuri de date diferite și sunt denumite câmpuri
 - colecție (*INDEX-BY TABLE*, *NESTED TABLE*, *VARRAY*)
 - componentele interne au același tip de date și sunt denumite elemente
 - fiecare element poate fi accesat folosind indexul său

4.2.1. Atributul *%ROWTYPE*

- Este utilizat pentru a declara o variabilă de tip înregistrare cu aceeași structură ca a altelor variabile de tip înregistrare, a unui tabel sau cursor.

```

variabilă_2 variabilă_1%ROWTYPE;
variabilă nume_tabel%ROWTYPE;
variabilă nume_cursor%ROWTYPE;
  
```

4.2.2. Tipul de date înregistrare

- Înregistrările se definesc în doi pași:
 - se definește un tip *RECORD*;
 - se declară variabile de acest tip.

```

TYPE nume_tip IS RECORD
  (nume_câmp1 {tip_de_date |
    variabilă%TYPE | 
    nume_tabel.coloană%TYPE | 
    nume_tabel%ROWTYPE}
  [ [NOT NULL] {:= | DEFAULT} expresie],
  nume_câmp2 {tip_de_date |
    variabilă%TYPE | 
    nume_tabel.coloană%TYPE | 
    nume_tabel%ROWTYPE}
  [ [NOT NULL] {:= | DEFAULT} expresie], ...);

variabilă nume_tip;

```

- Câmpurile unei înregistrări
 - Au implicit valoarea *null*.
 - Numărul lor nu este limitat.
 - Se referă prin prefixare cu numele înregistrării.
 - Pot fi tip scalar, *RECORD*, obiect, colecție.
 - Nu pot fi de tip *REF CURSOR*.
- Atribuirea de valori unei înregistrări se poate realiza cu
 - instrucțiunea de atribuire
 - comenzile *SELECT* sau *FETCH*
- Înregistrările
 - nu pot fi comparate (egalitate, inegalitate sau *null*).
 - pot fi parametri în subprograme.
 - pot să apară în clauza *RETURN* a unei funcții.
- Folosind direct numele înregistrării (fără a accesa individual câmpurile) se poate:
 - insera o linie în tabel (*INSERT*);
 - actualiza o linie (*UPDATE ...SET ROW*);
 - capătă o linie inserată, modificată sau ștearsă (*RETURNING*);
 - regăsi o linie (*SELECT ... INTO*).



Tipul *RECORD* nu poate fi definit decât local (într-un bloc *PL/SQL* sau pachet).

Exemplul 4.5

```

DECLARE
    TYPE rec IS RECORD
        (id    categorii.id_categoria%TYPE,
         den   categorii.denumire%TYPE,
         niv   categorii.nivel%TYPE);
    v_categ  rec;
    v_categ2 rec;
BEGIN
    v_categ.den := 'Categoria noua';
    v_categ.niv :=1;
    SELECT MAX(id_categoria)+1 INTO v_categ.id
    FROM   categorii;

    -- eroare
    -- INSERT INTO categorii(id_categoria, denumire, nivel)
    -- VALUES v_categ;
    INSERT INTO categorii(id_categoria, denumire, nivel)
    VALUES (v_categ.id, v_categ.den, v_categ.niv);

    SELECT id_categoria, denumire, nivel INTO v_categ2
    FROM   categorii
    WHERE  id_categoria= v_categ.id;

    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Ati inserat: '|| v_categ2.id ||
        ' ' || v_categ2.den || ' '|| v_categ2.niv);
END;

```

Exemplul 4.6 – vezi curs**4.2.3. Tipul de date colecție**

- Există 3 tipuri de colecții:
 - tablouri indexate (*index-by tables*), care sunt denumite și vectori asociativi (*associative arrays*)
 - sunt similare cu tabelele de dispersie (*hash tables*) din alte limbaje de programare
 - tablouri imbricate (*nested tables*)
 - sunt similare cu mulțimile (*sets, multisets*) din alte limbaje de programare
 - vectori cu dimensiune variabilă (*varray*, prescurtare de la *variable-size arrays*),
 - sunt similari cu vectorii din alte limbaje de programare
 - din motive de simplificare vor fi referiți în continuare ca *vectori*
- Declararea unei colecții se realizează în 2 pași:
 - se definește un tip colecție
 - se declară o variabilă de acel tip

- Caracteristicile tipurilor colecție

Tip colecție	Număr maxim elemente	Tip index	Dens sau împrăștiat	Loc definire
Tablouri indexate	nefixat	întreg $\in [-2^{31}-1, 2^{31}-1] = 2^{31}-1 = 2147483647$ sau sir de caractere	ambele	doar în blocuri PL/SQL
Tablouri imbricate	nefixat	întreg $\in [1, 2^{31}-1]$	initial dens, dar poate deveni împrăștiat	în blocuri PL/SQL sau la nivel de schemă
Vectori	fixat (n dat)	întreg $\in [1, n]$	dens	în blocuri PL/SQL sau la nivel de schemă

- Metodele asociate colecțiilor
 - sunt subprograme *PL/SQL* predefinite (funcții sau proceduri)
 - întorc informații despre o colecție sau operează asupra acesteia
 - pot fi apelate numai din comenzi procedurale (nu pot fi apelate în comenzi *SQL*)
 - pot fi invocate folosind forma următoare


```
nume_colecție.nume_metodă [ (parametri) ]
```
- Metodele disponibile pentru colecții sunt date în tabelul următor
 - Notațiile utilizate
 - *Tab ind* – tablou indexat
 - *Tab imb* – tablou imbricat
 - *Vec* – vector

Metodă	Descriere	Validitate		
		Tab ind	Tab imb	Vec
COUNT	Întoarce numărul curent de elemente	✓	✓	✓
DELETE	Sterge toate elementele	✓	✓	✓
DELETE (n)	Sterge elementul <i>n</i>	✓	✓	
DELETE (n, m)	Sterge toate elementele care au indexul cuprins între <i>n</i> și <i>m</i>	✓	✓	

EXISTS (n)	Întoarce <i>TRUE</i> dacă există al <i>n</i> -lea element, altfel întoarce <i>FALSE</i> (în locul excepției <i>SUBSCRIPT_OUTSIDE_LIMIT</i>)	✓	✓	✓
FIRST	Întoarce indexul primului element (cel mai mic index)	✓	✓	✓
LAST	Întoarce indexul ultimului element (cel mai mare index)	✓	✓	✓
NEXT (n)	Întoarce indexul elementului care urmează după elementul cu indexul <i>n</i> . Dacă nu există, întoarce <i>null</i> .	✓	✓	✓
PRIOR (n)	Întoarce indexul elementului care precede elementul cu indexul <i>n</i> . Dacă nu există, întoarce <i>null</i> .	✓	✓	✓
EXTEND	Adaugă un element <i>null</i> la sfârșit		✓	✓
EXTEND (n)	Adaugă <i>n</i> elemente <i>null</i> la sfârșit		✓	✓
EXTEND (n, i)	Adaugă <i>n</i> copii ale elementului de rang <i>i</i> la sfârșit		✓	✓
LIMIT	Întoarce numărul maxim de elemente specificat la declarare în cazul vectorilor, respectiv valoarea <i>null</i> în cazul tablourilor imbricate		✓	✓
TRIM	Șterge ultimul element		✓	✓
TRIM (n)	Șterge ultimele <i>n</i> elemente. Dacă <i>n</i> este mai mare decât numărul curent de elemente, atunci apare excepția <i>SUBSCRIPT_BEYOND_COUNT</i>		✓	✓

- *EXISTS* este singura metodă care poate fi aplicată unei colecții atomice *null*.
 - Orice altă metodă declanșează excepția *COLLECTION_IS_NULL*.
- *COUNT, EXISTS, FIRST, LAST, NEXT, PRIOR și LIMIT* sunt funcții, iar restul sunt proceduri *PL/SQL*.

4.2.4. Tablouri indexate

- Sunt multimi de perechi cheie-valoare, în care fiecare cheie este unică și utilizată pentru a putea localiza valoarea asociată.
- Atunci când este creat un tablou indexat care nu are încă elemente, acesta este vid. Nu este inițializat automat (atomic) *null*, ca în cazul celorlalte tipuri de colecții.
- Atunci când o valoare este asociată pentru prima oară unei chei, cheia este adăugată în tablou.

- Sintaxă declarare tip

```

TYPE nume_tip IS TABLE OF tip_element [NOT NULL]
  [INDEX BY { PLS_INTEGER
    | BINARY_INTEGER
    | VARCHAR2 (n)
  }
];
unde tip_element poate fi orice tip PL/SQL mai puțin REF CURSOR

{ nume_cursor%ROWTYPE
| nume_tabel%ROWTYPE | .nume_coloană%TYPE}
| nume_object%TYPE
| [REF] nume_tip_object
| nume_record[.nume_câmp]%TYPE
| nume_tip_record
| nume_tip_date_scalar
| variabilă%TYPE
}

```



Pentru indexare se pot utiliza și subtipurile *VARCHAR*, *STRING* sau *LONG*.



Tablourile indexate folosesc spațiu de stocare temporar.

Pentru a deveni persistente pe perioada sesiunii trebuie declarate într-un pachet (atât tipul, cât și variabilele de acel tip), iar valorile elementelor trebuie asignate în corpul pachetului.



Tablourile indexate

- ❖ nu au constrângeri legate de dimensiune, deci dimensiunea acestora se modifică dinamic
- ❖ nu sunt inițializate la declarare
- ❖ neinițializate sunt vide (nu au chei sau valori)
- ❖ au elemente definite doar dacă acestor elemente li se atribuie valori (dacă se încearcă utilizarea unui element căreia nu i s-a atribuit nicio valoare, se declanșează excepția *NO_DATA_FOUND*)
- ❖ permit inserarea de elemente cu chei arbitrate (nu într-o ordine prestabilită)
- ❖ nu au memorie restricționată relativ la numărul de elemente, ci la dimensiunea de memorie utilizată
- ❖ pot să apară ca parametrii în proceduri.

Exemplul 4.7

```

DECLARE
    TYPE tab_ind IS TABLE OF NUMBER INDEX BY PLS_INTEGER;
    t    tab_ind;
BEGIN
    -- atribuire valori
    FOR i IN 1..10 LOOP
        t(i):=i;
    END LOOP;
    --parcurgere
    DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');
    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(t(i) || ' ');
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;

    -- numar elemente
    FOR i IN 1..10 LOOP
        IF i mod 2 = 1 THEN t(i):=null;
    END IF;
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');

    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(nvl(t(i), 0) || ' ');
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;

    -- stergere elemente
    t.DELETE(t.first);
    t.DELETE(5,7);
    t.DELETE(t.last);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Primul element are indicele ' ||
        t.first || ' si valoarea ' || nvl(t(t.first),0));
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Ultimul element are indicele ' ||
        t.last || ' si valoarea ' || nvl(t(t.last),0));
    DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');
    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        IF t.EXISTS(i) THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT(nvl(t(i), 0)|| ' ');
        END IF;
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;

    t.DELETE;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Tabloul are ' || t.COUNT
        || ' elemente.');
END;

```

Exemplul 4.8

```

DECLARE
    TYPE tab_ind IS TABLE OF produse%ROWTYPE
        INDEX BY PLS_INTEGER;
    t    tab_ind;
BEGIN
    -- atribuire valori
    SELECT * BULK COLLECT INTO t
    FROM   produse
    WHERE  ROWNUM<=10;

    --parcursere
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Tabloul are ' || t.COUNT ||
                          ' elemente: ');
    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(t(i).id_produs || ' ' ||
                             t(i).denumire);
    END LOOP;
END;

```

Exemplul 4.9 - vezi curs**Exemplul 4.10 - vezi curs****Exemplul 4.11 - vezi curs****4.2.5. Tablouri imbricate**

- În baza de date, tabloul imbricat este tip al unei coloane care stochează un număr nespecificat de linii, în nicio ordine particulară (stochează o mulțime de valori).
 - Atunci când tabloul imbricat din baza de date este preluat de o variabilă *PL/SQL*, sistemul atribuie liniilor indecsă consecutivi (începând cu valoarea 1). Astfel, se permite accesarea liniilor folosind indecsă, în mod asemănător cu vectorii.
 - Indecșii și ordinea liniilor dintr-un tablou imbricat ar putea să nu rămână stabilă în timp ce tabloul este stocat sau regăsit din baza de date.
- Numărul maxim de linii este dat de capacitatea maximă 2 GB.
- Inițial, tabloul este dens, dar în urma prelucrării este posibil să nu mai aibă indici consecutivi.

- Tablourile imbricate:
 - pot fi stocate în baza de date;
 - pot fi prelucrate direct în instrucțiuni *SQL*;
 - trebuie inițializate și extinse pentru a li se adăuga elemente.
- Sintaxă declarare tip

```
[CREATE [OR REPLACE]] TYPE nume_tip
IS TABLE OF tip_element [NOT NULL];
```

tip_element poate fi orice tip PL/SQL mai puțin REF CURSOR

```
{ nume_cursor%ROWTYPE
| nume_tabel%ROWTYPE | .nume_coloană%TYPE}
| nume_object%TYPE
| [REF] nume_tip_object
| nume_record[.nume_câmp]%TYPE
| nume_tip_record
| nume_tip_date_scalar
| variabilă%TYPE
}
```

- Un tablou imbricat/vector declarat, dar neinițializat, este automat inițializat (atomic) *null*.
 - Astfel, pentru verificare poate fi utilizat operatorul *IS NULL*.
 - Dacă se încearcă să se adauge un element într-un tablou imbricat/vector neinițializat (atomic *null*), se declanșează eroarea „ORA - 06531: reference to uninitialized collection“ care corespunde excepției predefinite *COLLECTION_IS_NULL*.
- Inițializarea se realizează cu ajutorul unui constructor.
 - tabelele indexate nu au constructori
- Constructorul unei colecții
 - este o funcție sistem predefinită, cu același nume ca și numele tipului colecție referite
 - întoarce o colecție de acel tip
 - se invocă folosind sintaxa


```
nume_tip_colecție ([valoare [, valoare] ... ]);
```
 - dacă pentru parametrii nu sunt specificate valori, atunci întoarce o colecție vidă (nu are elemente, dar nu este atomic *null*); altfel, întoarce o colecție care conține valorile specifice

- Dimensiunea inițială a colecției este egală cu numărul de valori specificate în constructor la inițializare.

Exemplul 4.12 a

```

DECLARE
    TYPE tab_imb IS TABLE OF NUMBER;
    t      tab_imb := tab_imb();
BEGIN
    -- atribuire valori
    FOR i IN 1..10 LOOP
        t.EXTEND;
        t(i):=i;
    END LOOP;
    --parcursere
    DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');
    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(t(i) || ' ');
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;

    -- numar elemente
    FOR i IN 1..10 LOOP
        IF i mod 2 = 1 THEN t(i):=null;
        END IF;
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');

    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(nvl(t(i), 0) || ' ');
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;

    -- stergere elemente
    t.DELETE(t.first);
    t.DELETE(5,7);
    t.DELETE(t.last);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Primul element are indicele ' ||
        t.first || ' si valoarea ' || nvl(t(t.first),0));
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Ultimul element are indicele ' ||
        t.last || ' si valoarea ' || nvl(t(t.last),0));
    DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');
    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        IF t.EXISTS(i) THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT(nvl(t(i), 0)|| ' ');
        END IF;
    END LOOP;
    DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;

    t.DELETE;
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Tabloul are ' || t.COUNT
        || ' elemente.');
END;

```

Exemplul 4.12_b - vezi curs

- Definirea tabelelor cu coloane de tip tablou imbricat presupune
 - definirea unui tip tablou imbricat

```
CREATE TYPE nume_tip IS TABLE OF tip_element [NOT NULL];
```

- definirea tabelului precizând pentru coloană tipul creat
 - pentru fiecare coloană de tip tablou imbricat din tabel este necesară clauza de stocare:

```
NESTED TABLE nume_coloană STORE AS nume_tabel;
```

Exemplul 4.13

```
CREATE TYPE t_imb_categ IS TABLE OF VARCHAR2(40);
/

CREATE TABLE raion_grupe_imb
( id_categorie NUMBER(4) PRIMARY KEY,
  denumire      VARCHAR2(40),
  grupe        t_imb_categ)
NESTED TABLE grupe STORE AS tab_imb_grupe;

INSERT INTO raion_grupe_imb
VALUES (1, 'r1', t_imb_categ('r11','r12'));

INSERT INTO raion_grupe_imb
VALUES (2, 'r2', t_imb_categ('r21'));
INSERT INTO raion_grupe_imb(id_categorie, denumire)
VALUES (3,'r3');

UPDATE raion_grupe_imb
SET    grupe = t_imb_categ('r31','r32')
WHERE  id_categorie =3;

SELECT * FROM raion_grupe_imb;

SELECT id_categorie, denumire, b.*
FROM   raion_grupe_imb  a, TABLE(a.grupe) b;

SELECT grupe
FROM   raion_grupe_imb
WHERE  id_categorie = 1;

SELECT *
FROM   TABLE(SELECT grupe
             FROM raion_grupe_imb
             WHERE id_categorie=1);
```

Exemplul 4.14 - vezi curs

4.2.6. Vectori

- Se utilizează în special pentru modelarea relațiilor *one-to-many*, atunci când numărul maxim de elemente *copil* este cunoscut și ordinea elementelor este importantă.
- Reprezintă structuri dense.
 - Fiecare element are un index care precizează poziția sa în vector (primul index are valoarea 1).
 - Indexul este utilizat pentru accesarea elementelor din vector.
- Vectorii:
 - față de tablourile imbricate au o dimensiune maximă specificată la declarare;
 - pot fi stocați în baza de date;
 - pot fi prelucrați direct în instrucțiuni *SQL*;
 - trebuie inițializați și extinși pentru a li se adăuga elemente.
- Sintaxă declarare tip

```
[CREATE [OR REPLACE]] TYPE nume_tip
IS {VARRAY | VARYING ARRAY} (lungime_maximă) OF tip_element
[NOT NULL];
```

tip_element poate fi orice tip PL/SQL mai puțin REF CURSOR

```
{ nume_cursor%ROWTYPE
| nume_tabel%ROWTYPE | .nume_coloană%TYPE}
| nume_object%TYPE
| [REF] nume_tip_object
| nume_record[.nume_câmp]%TYPE
| nume_tip_record
| nume_tip_date_scalar
| variabilă%TYPE
}
```

Exemplul 4.15

```
DECLARE
    TYPE tab_vec IS VARRAY(10) OF NUMBER;
    t      tab_vec := tab_vec();
BEGIN
    -- atribuire valori
    FOR i IN 1..10 LOOP
        t.EXTEND;
        t(i):=i;
    END LOOP;
    --parcuregere
    DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');
    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(t(i) || ' ');
    END LOOP;
```

```

DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;

-- numar elemente
FOR i IN 1..10 LOOP
    IF i mod 2 = 1 THEN t(i):=null;
    END IF;
END LOOP;
DBMS_OUTPUT.PUT('Tabloul are ' || t.COUNT || ' elemente: ');

FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
    DBMS_OUTPUT.PUT(nvl(t(i), 0) || ' ');
END LOOP;
DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
-- stergere elemente
t.DELETE;
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Tabloul are ' || t.COUNT
|| ' elemente.');
END;

```

Exemplul 4.16

```

CREATE TYPE t_vect_categ IS VARRAY(10) OF VARCHAR2(40);
/

CREATE TABLE raion_grupe_vect
( id_categorie NUMBER(4) PRIMARY KEY,
  denumire      VARCHAR2(40),
  grupe        t_vect_categ);

INSERT INTO raion_grupe_vect
VALUES (1, 'r1', t_vect_categ('r11','r12'));

INSERT INTO raion_grupe_vect
VALUES (2, 'r2', t_vect_categ('r21'));

INSERT INTO raion_grupe_vect (id_categorie, denumire)
VALUES (3,'r3');

UPDATE raion_grupe_vect
SET     grupe = t_vect_categ('r31','r32')
WHERE   id_categorie =3;

SELECT * FROM raion_grupe_vect;

SELECT id_categorie, denumire, b.*
FROM   raion_grupe_vect a, TABLE(a.grupe) b;

SELECT grupe
FROM   raion_grupe_vect
WHERE  id_categorie = 1;

SELECT *
FROM   TABLE(SELECT grupe
             FROM raion_grupe_vect
             WHERE id_categorie=1);

```

4.2.7. Colecții pe mai multe niveluri

- O colecție are o singură dimensiune. Pentru a modela o colecție multidimensională se definește o colecție ale cărei elemente sunt direct sau indirect colecții (*multilevel collections*).
 - Numărul nivelurilor de imbricare este limitat doar de capacitatea de stocare a sistemului.
- Colecții pe mai multe niveluri permise:
 - vectori de vectori;
 - vectori de tablouri imbricate;
 - tablouri imbricate de tablouri imbricate;
 - tablouri imbricate de vectori;
 - tablouri imbricate sau vectori de un tip definit de utilizator care are un atribut de tip tablou imbricat sau vector.
- Pot fi utilizate ca tipuri de date pentru definirea:
 - coloanelor unui tabel relațional;
 - variabilelor *PL/SQL*;
 - atributelor unui obiect într-un tabel obiect.

Exemplul 4.17

```

DECLARE
    type t_linie is VARRAY(3) OF INTEGER;
    type matrice IS VARRAY(3) OF t_linie;
    v_linie t_linie := t_linie(4,5,6);
    a_matrice := matrice(t_linie(1,2,3), v_linie);
BEGIN
    -- se adauga un element de tip vector matricei a (linie noua)
    a.EXTEND;
    -- se adauga valori elementului nou
    a(3) := t_linie(7,8);
    -- se extinde elementul nou
    a(3).EXTEND;
    -- se adauga valoare elementului nou
    a(3)(3) := 9;

    FOR i IN 1..3 LOOP
        FOR j IN 1..3 LOOP
            DBMS_OUTPUT.PUT(a(i)(j) || ' ');
        END LOOP;
        DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
    END LOOP;
END;

```

4.2.8. Compararea colecțiilor

- Două variabile de tip colecție nu pot fi comparate nativ, utilizând operatorii relaționali ($<$, \leq , $=$, \geq , \leq , $>$).
 - De exemplu, pentru a determina dacă o variabilă de tip colecție este mai mică decât alta se poate defini o funcție *PL/SQL* și se poate utiliza în locul operatorului „ $<$ ”.
- Variabilele de tip tablou indexat
 - nu pot fi comparate între ele sau cu valoarea *null*
- Variabilele de tip vector
 - pot fi comparate cu valoarea *null*
- Variabilele de tip tablou imbricat
 - pot fi comparate cu valoarea *null*
 - pot fi comparate între ele (doar dacă sunt egale sau diferite) utilizând funcții și operatori *SQL multiset*
- Funcții și operatori *SQL multiset*:
 - Funcția *CARDINALITY*
 - CARDINALITY (tablou_imbricat)*
 - Întoarce numărul de elemente al unui tablou imbricat.
 - Dacă tabloul este *null* sau nu are elemente, atunci întoarce *null*.
 - Funcția *SET*
 - SET (tablou_imbricat)*
 - Întoarce un tablou imbricat (de același tip cu argumentul său) în care păstrează doar elementele distincte (elimină duplicatele).
 - Operatorul *MULTISET EXCEPT*

```
tablou_imbricat_1
MULTISET EXCEPT [ ALL | DISTINCT ]
tablou_imbricat_2
▪ Întoarce un tablou imbricat ale cărui elemente sunt în tablou_imbricat_1, dar nu și în tablou_imbricat_2.
▪ Cele două tablouri trebuie să aibă același tip.
```
 - Operatorul *MULTISET UNION*

```
tablou_imbricat_1
MULTISET UNION [ ALL | DISTINCT ]
tablou_imbricat_2
▪ Întoarce un tablou imbricat ale cărui elemente apar în tablou_imbricat_1 sau în tablou_imbricat_2.
▪ Cele două tablouri trebuie să aibă același tip.
```

- Operatorul *MULTISET INTERSECT*

```
tablou_imbricat_1
MULTISET INTERSECT [ ALL | DISTINCT ]
tablou_imbricat_2
```

- Întoarce un tablou imbricat ale cărui elemente apar atât în *tablou_imbricat_1*, cât și în *tablou_imbricat_2*.
- Cele două tablouri trebuie să aibă același tip.

- Alți operatori:

- =, <>
- IN, NOT IN
- IS [NOT] A SET
- IS [NOT] EMPTY
- MEMBER OF
- [NOT] SUBMULTISET OF

Exemplul 4.18 – [vezi curs](#)

4.2.9. Prelucrarea colecțiilor stocate în tabele

- O colecție poate fi exploataată fie în întregime (atomic) utilizând comenzi *LMD*, fie pot fi prelucrate elemente individuale dintr-o colecție (*piecewise updates*) utilizând funcții/operatori *SQL* sau anumite facilități oferite de *PL/SQL*.
- Așa cum s-a observat în exemplele anterioare, se poate utiliza:
 - comanda *INSERT* pentru a insera o colecție într-o linie a unui tabel;
 - comanda *UPDATE* pentru a modifica o colecție stocată într-un tabel;
 - comanda *DELETE* pentru a șterge o linie a unui tabel ce conține o colecție;
 - comanda *SELECT* pentru a afișa sau a regăsi în variabile *PL/SQL* o colecție stocată într-un tabel.
- Vector stocat într-un tabel
 - este prelucrat ca un întreg (nu pot fi modificate elemente individuale)
 - elementele individuale nu pot fi referite de comenziile *INSERT*, *UPDATE*, *DELETE*
 - modificarea unui element individual se poate realiza doar din *PL/SQL*
 - se selectează vectorul într-o variabilă *PL/SQL*
 - se modifică valoarea variabilei
 - se inserează înapoi în tabel

- Tablou imbricat stocat într-un tabel
 - poate fi prelucrat ca întreg
 - inserări și actualizări asupra întregii colecții
 - poate fi prelucrat la nivel de elemente individuale
 - inserarea unor elemente noi în colecție
 - ștergerea unor elemente din colecție
 - actualizarea elementelor din colecție
- Pentru a putea prelucra elementele individuale ale unui tablou imbricat stocat într-un tabel se utilizează funcția *TABLE*.
- Funcția *TABLE*
 - Poate fi aplicată:
 - unei colecții
 - unei subcereri referitoare la o colecție (lista *SELECT* din subcerere trebuie să conțină o singură coloană de tip colecție și să întoarcă o singură linie din tabel).
 - Dacă este utilizată în clauză *FROM*, atunci permite interogarea colecției în mod asemănător unui tabel (exemplele 4.13 și 4.16) .

Exemplul 4.19 – continuare exemplu 4.13

```
-- selectie elemente colectie
SELECT *
FROM TABLE (SELECT grupe
              FROM raion_grupe_imb
              WHERE id_categorie = 1);

--adaugare element in colectie
INSERT INTO TABLE (SELECT grupe
                      FROM raion_grupe_imb
                      WHERE id_categorie = 1)
VALUES ('r13');

-- adaugare elemente obtinute cu subcerere
INSERT INTO TABLE (SELECT grupe
                      FROM raion_grupe_imb
                      WHERE id_categorie = 1)
SELECT denumire
      FROM categorii
      WHERE id_parinte = 1;

-- modificare element colectie
UPDATE TABLE (SELECT grupe
                  FROM raion_grupe_imb
                  WHERE id_categorie = 1) a
SET VALUE(a) = 'r1333'
WHERE COLUMN_VALUE = 'r13';
```

```
--stergere element colectie
DELETE FROM TABLE (SELECT grupe
                     FROM raion_grupe_imb
                     WHERE id_categorie = 1) a
WHERE COLUMN_VALUE = 'r1333';
```

- Pentru prelucrarea unei colecții locale se poate folosi și funcția *CAST*.

- Funcția *CAST*

- Convertește o colecție locală la tipul colecție specificat.
- Sintaxa

CAST ({nume_colecție | MULTISET (subcerere) }
 AS tip_colecție)

- *nume_colecție* este o colecție declarată local (de exemplu, într-un bloc *PL/SQL*)
- *subcerere* este o cerere *SQL* al cărui rezultat este transformat în colecție
- *tip_colecție* este un tip colecție *SQL*

- Funcția *COLLECT*

- Are ca argument o coloană de orice tip și întoarce un tablou imbricat format din liniile selectate.

COLLECT (coloană)

- Trebuie utilizată împreună cu funcția *CAST*.

Exemplul 4.20

```
SELECT CAST (COLLECT(denumire) AS t_imb_categ)
FROM categorii
WHERE id_parinte = 1;

SELECT CAST (MULTISET(SELECT denumire
                      FROM categorii
                      WHERE id_parinte=1)
            AS t_imb_categ)
FROM DUAL;
```

4.2.10. Procedeul *bulk collect*

- Execuția comenzilor *SQL* specificate în programe determină comutări ale controlului între motorul *PL/SQL* și motorul *SQL*. Prea multe astfel de schimbări de context afectează performanța.

- Pentru a reduce numărul de comutări între cele două motoare se utilizează procedeul *bulk collect*, care permite transferul liniilor între *SQL* și *PL/SQL* prin intermediul colecțiilor.
- Procedeul *bulk collect* implică doar două comutări între cele două motoare:
 - motorul *PL/SQL* comunică motorului *SQL* să obțină mai multe linii odată și să le plaseze într-o colecție;
 - motorul *SQL* regăsește toate liniile și le încarcă în colecție, după care predă controlul motorului *PL/SQL*.
- Sintaxa:

```
comandă_clauză BULK COLLECT INTO nume_colecție
                           [,nume_colecție]...
```

unde *comandă_clauză* poate fi

- comanda *SELECT* (cursoare implicate);
- comanda *FETCH* (cursoare explicite);
- clauza *RETURNING* a comenziilor *INSERT, UPDATE, DELETE*.

Exemplul 4.21

```
DECLARE
    TYPE t_ind IS TABLE OF categorii.id_categorie%TYPE
        INDEX BY PLS_INTEGER;
    TYPE t_imb IS TABLE OF categorii.denumire%TYPE;
    TYPE t_vec IS VARRAY(10) OF categorii.nivel%TYPE;
    v_ind t_ind;
    v_imb t_imb;
    v_vec t_vec;

BEGIN
    SELECT id_categorie, denumire, nivel
    BULK COLLECT INTO v_ind, v_imb, v_vec
    FROM categorii
    WHERE ROWNUM <= 10;

    FOR i IN 1..10 LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT(v_ind(i) || ' ' || v_imb(i) ||
                         ' ' || v_vec(i));
        DBMS_OUTPUT.NEW_LINE;
    END LOOP;
END;
```

4.2.11. Procedeul *bulk bind*

- În exemplul următor datele menținute într-o colecție sunt inserate în tabel.
 - Colecția este parcursă folosind comanda *FOR*.
 - La fiecare iterație o comandă *INSERT* este transmisă motorului *SQL*.

Exemplul 4.22

```

DECLARE
    TYPE tab_ind IS TABLE OF tip_plata%ROWTYPE
        INDEX BY PLS_INTEGER;
    t    tab_ind;
BEGIN
    -- atribuire valori
    DELETE FROM tip_plata
    WHERE id_tip_plata NOT IN (SELECT id_tip_plata
                                FROM facturi)
    RETURNING id_tip_plata, cod, descriere BULK COLLECT INTO t;

    -- insert in tabel
    FOR i IN t.FIRST..t.LAST LOOP
        INSERT INTO tip_plata VALUES t(i);
    END LOOP;
END;
  
```

- Procedeul *bulk bind* permite transferul liniilor din colecție printr-o singură operație.
 - Este realizat cu ajutorul comenzi *FORALL*

```
FORALL index IN lim_inf..lim_sup [SAVE EXCEPTIONS]
    comandă_sql;
```

 - comandă_sql* poate fi o comandă *INSERT*, *UPDATE* sau *DELETE* care referă elementele unei colecții (de orice tip)
 - variabila *index* poate fi referită numai ca indice de colecție
 - Restricții de utilizare a comenzi *FORALL*
 - comanda poate fi folosită numai în programe *server-side*
 - comandă_sql* trebuie să refere cel puțin o colecție
 - toate elementele colecției din domeniul precizat trebuie să existe
 - indicii colecțiilor nu pot fi expresii și trebuie să aibă valori continue

Exemplul 4.23

```

DECLARE
    TYPE tab_ind IS TABLE OF tip_plata%ROWTYPE
        INDEX BY PLS_INTEGER;
    t    tab_ind;
BEGIN
    -- atribuire valori
    DELETE FROM tip_plata
    WHERE id_tip_plata NOT IN (SELECT id_tip_plata
                                FROM facturi)
    RETURNING id_tip_plata, cod, descriere BULK COLLECT INTO t;

    -- insert in tabel
    FORALL i IN t.FIRST..t.LAST
        INSERT INTO tip_plata VALUES t(i);
END;

```

- Cursorul *SQL* are un atribut compus *%BULK_ROWCOUNT* care numără liniile afectate de operațiile comenzi *FORALL*.
 - *SQL%BULK_ROWCOUNT(i)* reprezintă numărul de liniî procesate de a *i*-a execuție a comenzi *SQL*.
 - Dacă nu este afectată nici o linie, valoarea atributului este 0.
 - *%BULK_ROWCOUNT* nu poate fi parametru în subprograme și nu poate fi asignat altor colecții.

Exemplul 4.24

```

CREATE TABLE produse_copie AS SELECT * FROM PRODUSE;

DECLARE
    TYPE tip_vec IS VARRAY(3) OF NUMBER(4);
    v tip_vec := tip_vec(800, 900, 1000);
BEGIN
    FORALL i IN 1..3
        DELETE FROM produse_copie
        WHERE id_categorie = v(i);

    FOR j in 1..v.LAST LOOP
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE( 'Numar liniî procesate la pasul ' ||
                            j || ':' || SQL%BULK_ROWCOUNT(j));
    END LOOP;
END;
/
ROLLBACK;

```

- Dacă există o eroare în procesarea unei liniî printr-o operație *LMD* de tip *bulk*, numai acea linie va fi *rollback*.

- Clauza *SAVE EXCEPTIONS*, permite ca toate excepțiile care apar în timpul execuției comenzi *FORALL* să fie salvate și astfel procesarea poate să continue.
 - Atributul cursor *%BULK_EXCEPTIONS* poate fi utilizat pentru a vizualiza informații despre aceste excepții.
 - Atributul acționează ca un tablou *PL/SQL* și are două câmpuri:
 - *%BULK_EXCEPTIONS(i).ERROR_INDEX*, reprezentând iterarea în timpul căreia s-a declanșat excepția;
 - *%BULK_EXCEPTIONS(i).ERROR_CODE*, reprezentând codul *Oracle* al erorii respective.

Exemplul 4.25 - vezi curs

4.3. Vizualizări din dicționarul datelor

- Vizualizări care conțin informații despre tipurile de date create de utilizatori:
 - *USER_TYPES*
 - *USER_TYPE_ATTRS*

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
4. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)
5. *Pro*C/C++ Programmer's Guide 10g Release 2 (10.2)*, Oracle Online Documentation (2012)
6. *Oracle Data Types & Subtypes*
(<http://psoug.org/reference/datatypes.html>)
7. *Oracle Conversion Functions Version 11.1*
(http://psoug.org/reference/convert_func.html)
8. *Collection extensions in 10g*
(<http://www.oracle-developer.net/display.php?id=303>)
9. MySQL Online Documentation
(<http://dev.mysql.com>)
10. Microsoft Online Documentation
(<http://msdn.microsoft.com>)

CUPRINS

5. PL/SQL – Gestiunea cursoarelor	2
5.1. Cursoare implicite.....	4
5.2. Cursoare explicite	4
5.2.1. Gestiunea cursoarelor explicite	5
5.2.2. Cursoare parametrizate	10
5.2.3. Cursoare <i>SELECT FOR UPDATE</i>	11
5.2.4. Cursoare dinamice	14
Bibliografie	17

5. PL/SQL – Gestiunea cursoarelor

- Un cursor este un pointer către o zonă de memorie (*Private SQL Area*) care stochează informații despre procesarea unei comenzi *SELECT* sau *LMD*.



În acest capitol se discută cursoarele la nivel sesiune.

- Cursoarele la nivel de sesiune:
 - sunt diferite față de cursoarele ce folosesc zonă privată *SQL* din *PGA* (*Program Global Area*);
 - există în memoria alocată sesiunii până la momentul încheierii acesteia;
- Vizualizarea *V\$OPEN_CURSOR* oferă informații despre cursoarele deschise la nivel de sesiune ale fiecărei sesiuni utilizator.



În continuare, din motive de simplificare a exprimării, pentru un cursor la nivel de sesiune se va utiliza termenul de cursor.

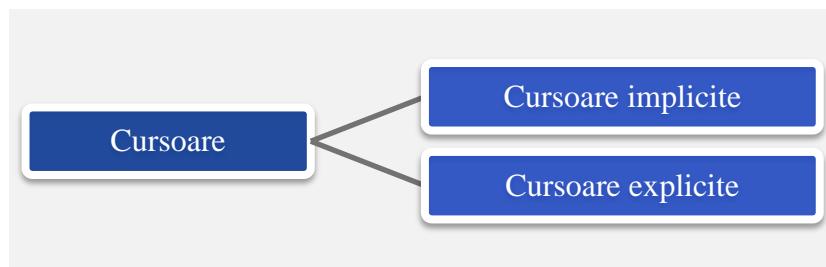


Fig. 5.1. Tipuri de cursoare

- Categorii de cursoare:
 - cursoare implicate
 - construite și gestionate automat de *PL/SQL*
 - cursoare explicite
 - construite și gestionate de către utilizatori.
- Atributele care furnizează informații despre cursoare:
 - pot fi referite doar de comenzi procedurale
 - pot fi referite utilizând sintaxa
 - pentru cursoarele implicate

SQL%nume_atribut
 - pentru cursoarele explicite

nume_cursor%nume_atribut

- lista atributelor:
 - **%ROWCOUNT**
 - este de tip întreg (*PLS_INTEGER*);
 - are valoarea *NULL* dacă nu a fost rulată nicio comandă *SELECT* sau *LMD*;
 - reprezintă numărul liniilor întoarse de ultima comandă *SELECT* sau numărul de linii afectate de ultima comandă *LMD*;
 - dacă numărul de linii este mai mare decât valoarea maximă permisă de tipul *PLS_INTEGER* (2.147.483.647), atunci întoarce o valoare negativă.
 - **%FOUND**
 - este de tip boolean;
 - are valoarea *NULL* dacă nu a fost rulată nicio comandă *SELECT* sau *LMD*;
 - în cazul cursoarelor implicite are valoarea *TRUE* dacă ultima comandă *SELECT* a întors cel puțin o linie sau ultima comandă *LMD* a afectat cel puțin o linie;
 - în cazul cursoarelor explicate are valoarea *TRUE* dacă ultima operație de încărcare (*FETCH*) dintr-un cursor a avut succes.
 - **%NOTFOUND**
 - este de tip boolean;
 - are semnificație opusă față de cea a atributului **%FOUND**.
 - **%ISOPEN**
 - este de tip boolean;
 - indică dacă un cursor este deschis;
 - în cazul cursoarelor implicite, acest atribut are întotdeauna valoarea *FALSE*, deoarece un cursor implicit este închis de sistem imediat după execuția instrucțiunii *SQL* asociate.
 - **%BULK_ROWCOUNT**
 - vezi în Capitolul 4 comanda *FORALL*
 - **%BULK_EXCEPTIONS**
 - vezi în Capitolul 4 comanda *FORALL*

5.1. Cursoare implicite

- *PL/SQL* deschide automat un cursor implicit la nivel de sesiune de fiecare dată când este rulată o comandă *SELECT* sau *LMD*.
- Mai sunt denumite și cursoare *SQL*.
- Cursorul implicit este închis automat, atunci când comanda se încheie.
- Valorile atributelor asociate cursorului rămân disponibile până când este rulată o altă comandă *SELECT* sau *LMD*.

Exemplul 5.1 – vezi curs

- 
- ❖ Atributul *SQL%NOTFOUND* nu este util în cazul comenzi *SELECT INTO*.
 - ❖ Dacă această comandă nu întoarce linii, atunci apare imediat excepția *NO_DATA_FOUND* (înainte să se poată verifica valoarea atributului *SQL%NOTFOUND*).
 - ❖ Dacă în lista *SELECT* a comenzi se utilizează funcții agregat, atunci este întoarsă întotdeauna o valoare. În acest caz, valoarea atributului *SQL%NOTFOUND* este *FALSE*.
- 
- Dacă o comandă *SELECT INTO* (nu este folosită clauza *BULK COLLECT*) întoarce mai multe linii, atunci apare imediat excepția *TOO_MANY_ROWS*. În acest caz, atributul *SQL%ROWCOUNT* are valoarea 1 (nu numărul de linii care satisfac cererea).

5.2. Cursoare explicite

- Sunt cursoare la nivel de sesiune definite și gestionate de către utilizatorii.
- Un cursor explicit are specificat un nume. Aceasta este asociat cu o comandă *SELECT* ce întoarce de obicei mai multe linii.
- Mulțimea rezultat a cererii asociate poate fi procesată folosind una dintre variantele următoare:
 - se deschide cursorul (comanda *OPEN*), se încarcă liniile cursorului în variabile (comanda *FETCH*), se închide cursorul (comanda *CLOSE*);
 - se utilizează cursorul într-o comandă *FOR LOOP*.

5.2.1. Gestiunea cursoarelor explicite

```

DECLARE
    declarare cursor
BEGIN
    deschidere cursor (OPEN)
    WHILE rămân linii de recuperat LOOP
        recuperare linie rezultat (FETCH)
    END LOOP
    închidere cursor (CLOSE)
END;

```

Declararea unui cursor explicit

- Sintaxa de declarare, fără a asocia comanda *SELECT*

```
CURSOR nume_cursor [RETURN tip];
```

- Sintaxa de declarare, cu asociere a comanda *SELECT*

```
CURSOR nume_cursor [RETURN tip]
IS comanda_SELECT;
```

Exemplul 5.2

```

DECLARE
    CURSOR c1 RETURN produse%ROWTYPE;

    CURSOR c2 IS
        SELECT id_produs, denumire FROM produse;

    CURSOR c1 RETURN produse%ROWTYPE IS
        SELECT * FROM PRODUSE;

BEGIN
    NULL;
END;

```



- ❖ Numele cursorului este un identificator unic în cadrul blocului, care nu poate să apară într-o expresie și căruia nu i se poate atribui o valoare.
- ❖ Comanda *SELECT* care apare în declararea cursorului, nu trebuie să includă clauza *INTO*.
- ❖ Dacă se cere procesarea liniilor într-o anumită ordine, atunci în cerere este utilizată clauza *ORDER BY*.

- ❖ Variabilele care sunt referite în comanda *SELECT* trebuie declarate înaintea comenzi *CURSOR*. Acestea sunt considerate variabile de legătură.
- ❖ Dacă în lista *SELECT* apare o expresie, atunci pentru expresia respectivă trebuie utilizat un alias, iar câmpul expresie se va referi prin acest alias.

Deschiderea unui cursor explicit

- Sintaxa

```
OPEN nume_cursor;
```

- Comanda *OPEN* execută cererea asociată cursorului, identifică mulțimea liniilor rezultat (mulțimea activă) și poziționează cursorul înaintea primei linii.
- Dacă se încearcă deschiderea unui cursor deja deschis, atunci pare excepția *CURSOR_ALREADY_OPEN*.
- La deschiderea unui cursor se realizează următoarele operații:
 - se alocă resursele necesare pentru a procesa cererea
 - se procesează cererea
 - se evaluează comanda *SELECT* asociată (sunt examineate valorile variabilelor de legătură ce apar în declarația cursorului)
 - se identifică mulțimea activă prin execuția cererii *SELECT*, având în vedere valorile de la pasul anterior;
 - dacă cererea include clauza *FOR UPDATE*, atunci liniile din mulțimea activă sunt blocate;
 - se poziționează *pointer*-ul înaintea primei linii din mulțimea activă.

Exemplul 5.3

```
DECLARE

    CURSOR c1 IS
        SELECT * FROM categorii WHERE id_parinte IS NULL;

    CURSOR c2 IS
        SELECT * FROM categorii WHERE 1=2;

BEGIN
    OPEN c1;
    IF c1%FOUND THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('c1 - cel putin o linie');
    ELSE
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('c1 - nicio linie');
    END IF;

```

```

OPEN c2;
IF c2%NOTFOUND THEN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('c2 - nicio linie');
ELSE
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('c2 - cel putin o linie');
END IF;

CLOSE c1;
CLOSE c2;
END;

```

Încărcarea datelor dintr-un cursor explicit

- Comanda *FETCH* regăsește liniile rezultatului din mulțimea activă.
- Sintaxa

```

FETCH nume_cursor INTO {nume_variabilă
    [, nume_variabilă] ... | nume_înregistrare};

FETCH nume_cursor BULK COLLECT INTO
    {nume_variabilă_colecție
        [, nume_variabilă_colecție]}

```

- *FETCH* realizează următoarele operații:
 - avansează *pointer*-ul la următoarea linie în mulțimea activă (*pointer*-ul poate avea doar un sens de deplasare de la prima înregistrare spre ultima);
 - citește datele liniei curente în variabile *PL/SQL*;
 - dacă *pointer*-ul este poziționat la sfârșitul mulțimii active, atunci se ieșe din bucla cursorului.



Comanda *FETCH INTO* regăsește la un moment dat o singură linie.

Comanda *FETCH BULK COLLECT INTO* încarcă la un moment mai multe linii în colecții.

Exemplul 5.4 – vezi curs

Exemplul 5.5 – vezi curs



- ❖ Atunci când un cursor încarcă o linie, acesta realizează o „schimbare de context” – controlul este preluat de motorul *SQL* care va obține datele. Motorul *SQL* plasează datele în memorie și are loc o altă „schimbare de context” – controlul este preluat înapoi de motorul *PL/SQL*. Procesul se repetă până când nu mai sunt date de încărcat. Schimbările de context sunt foarte rapide, dar numărul prea mare de astfel de operații poate implica performanță scăzută.
- ❖ Folosind metoda *BULK COLLECT* sunt obținute mai multe linii, implicând doar 2 schimbări de context.
- ❖ Începând cu *Oracle 10g*, un cursor poate determina ca *PL/SQL* să realizeze implicit operații *BULK COLLECT*, încarcând câte 100 linii la un moment dat, fără a mai fi necesară utilizarea colecțiilor. În acest caz, utilizarea colecțiilor se poate dovedi utilă, doar dacă sunt încărcate mai multe sute de linii.

Exemplul 5.6 [- vezi curs](#)

Exemplul 5.7 [- vezi curs](#)

Închiderea unui cursor explicit

- După ce a fost procesată mulțimea activă, cursorul trebuie închis.
 - *PL/SQL* este informat că programul a terminat folosirea cursorului și resursele asociate acestuia pot fi eliberate:
 - spațiul utilizat pentru memorarea mulțimii active;
 - spațiul temporar folosit pentru determinarea mulțimii active.
- Sintaxa:

```
CLOSE nume_cursor;
```

- Pentru a reutiliza cursorul este suficient ca acesta să fie redeschis.
- Dacă se încearcă încărcarea datelor dintr-un cursor închis, atunci apare excepția *INVALID_CURSOR*.



- ❖ Dacă un bloc *PL/SQL* să termină fără a închide un cursor utilizat, sistemul nu va returna o eroare sau un mesaj de avertizare.
- ❖ Se recomandă închiderea cursoarelor pentru a permite sistemului să elibereze resursele alocate.

- Valorile atributelor unui cursor explicit sunt prezentate în următorul tabel:

	OPEN		Primul FETCH		Următorul FETCH		Ultimul FETCH		CLOSE	
	Înainte	După	Înainte	După	Înainte	După	Înainte	După	Înainte	După
%ISOPEN	False	True	True	True	True	True	True	True	True	False
%FOUND	Eroare	Null	Null	True	True	True	True	Flase	False	Eroare
%NOTFOUND	Eroare	Null	Null	False	False	False	False	True	True	Eroare
%ROWCOUNT	Eroare	0	0	1	1	Depinde de date				Eroare

- După prima încărcare, dacă mulțimea rezultat este vidă, **%FOUND** va fi *FALSE*, **%NOTFOUND** va fi *TRUE*, iar **%ROWCOUNT** este 0.

Procesarea liniilor unui cursor explicit

- Se utilizează o comandă de ciclare (*LOOP*, *WHILE* sau *FOR*), prin care la fiecare iterare se va încărca o linie nouă.
- Pentru ieșirea din ciclu poate fi utilizată comanda *EXIT*.
- Utilizarea comenzii de ciclare *LOOP*
 - vezi exemplul 5.4
- Utilizarea comenzii de ciclare *WHILE*
 - vezi exemplul 5.5
- ❖ Dacă se utilizează una dintre comenziile de ciclare *LOOP* sau *WHILE*, atunci cursorul trebuie:
 1. declarat
 2. deschis
 3. parcurs, încărcând câte o linie la fiecare iterare (trebuie să se asigure ieșirea din buclă atunci când nu mai sunt linii de procesat)
 4. închis
- Utilizarea comenzii de ciclare *FOR*
 - Procesarea liniilor unui cursor explicit se poate realiza și cu ajutorul unui ciclu *FOR* special, numit **ciclu cursor**.
 - În acest caz cursorul trebuie doar declarat, operațiile de deschidere, încărcare și închidere ale acestuia fiind implicate.



Dacă se utilizează una dintre comenziile de ciclare *LOOP* sau *WHILE*, atunci cursorul trebuie:

1. declarat

2. deschis

3. parcurs, încărcând câte o linie la fiecare iterare (trebuie să se asigure ieșirea din buclă atunci când nu mai sunt linii de procesat)

4. închis

- Utilizarea comenzii de ciclare *FOR*

○ Procesarea liniilor unui cursor explicit se poate realiza și cu ajutorul unui ciclu *FOR* special, numit **ciclu cursor**.

▪ În acest caz cursorul trebuie doar declarat, operațiile de deschidere, încărcare și închidere ale acestuia fiind implicate.

- Sintaxa:

```
FOR nume_înregistrare IN nume_cursor LOOP
    secvență_de_instrucțiuni;
END LOOP;
```

- Variabila *nume_înregistrare* nu trebuie declarată.

Exemplul 5.8 - vezi curs

- Există ciclu cursoare speciale care în comanda *FOR* în loc să refere un cursor declarat, utilizează direct o subcerere (**ciclu cursor cu subcereri**).
 - În acest caz nu este necesară nici măcar declararea cursorului.

Exemplul 5.9 - vezi curs

5.2.2. Cursoare parametrizate

- Unei variabile de tip cursor îi corespunde o comandă *SELECT*, care nu poate fi modificată pe parcursul programului.
- Cursoarele parametrizate sunt cursoare ale căror comenzi *SELECT* depind de parametri ce pot fi modificați la momentul execuției.
 - Transmiterea de parametri unui cursor parametrizat se face în mod similar procedurilor stocate.

Declararea unui cursor parametrizat

- Sintaxa de declarare, fără a asocia comanda *SELECT*

```
CURSOR nume_cursor (declarare_parametru
                      [, declarare_parametru ...])
[RETURN tip];
```

- Sintaxa de declarare, cu asocierea comenzi *SELECT*

```
CURSOR nume_cursor (declarare_parametru
                      [, declarare_parametru ...])
[RETURN tip]
IS comanda_SELECT;
```

- *declarare_parametru* are sintaxa:

```
nume_parametru [IN] tip_date_scalar
[ {:= | DEFAULT} expresie]
```

- Parametrul unui cursor nu poate fi declarat *NOT NULL*.

Deschiderea unui cursor parametrizat

- Se realizează asemănător apelului unei funcții, specificând lista parametrilor actuali ai cursorului.
 - Asocierea dintre parametrii formali și cei actuali se face prin:
 - poziție (parametrii actuali sunt separați prin virgulă, respectând ordinea parametrilor formali);
 - nume (parametrii actuali sunt aranjați într-o ordine arbitrară, dar cu o corespondență de forma *parametru formal => parametru actual*).
 - Dacă în definiția cursorului, toți parametrii au valori implicate (*DEFAULT*), cursorul poate fi deschis fără a specifica vreun parametru.
- În determinarea mulțimii active se vor folosi valorile actuale ale parametrilor.
- Sintaxa

```
OPEN nume_cursor
  [ (valoare_parametru [, valoare_parametru] ...) ];
```

Procesarea liniilor unui cursor parametrizat

- Dacă pentru procesare sunt utilizate comenzi de ciclare *LOOP* sau *WHILE*, atunci nu apar modificări de sintaxă.
- Dacă este utilizat un ciclu cursor, atunci se va utiliza sintaxa:

```
FOR nume_înregistrare IN nume_cursor
  [ (valoare_parametru [, valoare_parametru] ...) ] LOOP
    secvență_de_instrucțiuni;
END LOOP;
```

Închiderea unui cursor parametrizat

- Nu apar modificări de sintaxă.

Exemplul 5.10 – vezi curs

5.2.3. Cursoare *SELECT FOR UPDATE*

- Dacă este necesară blocarea liniilor înainte ca acestea să fie șterse sau reactualizate, atunci blocarea se poate realiza cu ajutorul clauzei *FOR UPDATE* a comenzi *SELECT* din definiția cursorului.
 - Cursorul trebuie să fie deschis.

- Sintaxa

```
CURSOR nume_cursor IS
    comanda_select
FOR UPDATE [OF listă_coloane]
    [NOWAIT | WAIT n | SKIP LOCKED];
```

- Identifierul *listă_coloane* este o listă ce include câmpurile tabelului care vor fi modificate.
 - Coloanele incluse în această listă indică doar liniile cărui tabel vor fi blocate.
 - Dacă lista de coloane lipsește, atunci vor fi blocate liniile selectate din toate tabelele referite în cerere.
- Implicit comanda așteaptă până când linia necesară devine disponibilă și apoi întoarce rezultatul cererii.
- Pentru a modifica acest comportament se poate utiliza una dintre opțiunile:
 - *NOWAIT* – nu așteaptă deblocarea liniei și întoarce o eroare dacă liniile sunt deja blocate de altă sesiune;
 - *WAIT n* – așteaptă *n* secunde (*n* este de tip întreg) pentru deblocarea liniei, iar dacă linia nu este deblocată în acest interval, întoarce un mesaj de eroare.
 - *SKIP LOCKED* – se va încerca blocarea liniilor selectate de cerere, iar liniile care sunt deja blocate de o altă tranzacție vor fi sărite (opțiune utilizată de exemplu în *Oracle Streams Advanced Queuing*).

Exemplul 5.11 - [vezi explicatii curs](#)

```
--sesiune 1
SELECT * FROM produse
WHERE id_produs=10 FOR UPDATE;
--commit;

--sesiune 2
SELECT * FROM curs_plsql.produse
WHERE id_produs=10
FOR UPDATE NOWAIT;

SELECT * FROM curs_plsql.produse
WHERE id_produs=1000
FOR UPDATE WAIT 10;
```



- ❖ În momentul deschiderii unui cursor *FOR UPDATE*, liniile din mulțimea activă, determinată de clauza *SELECT*, sunt blocate pentru operații de scriere (reactualizare sau ștergere). În felul acesta este realizată consistența la citire a sistemului.
- ❖ De exemplu, această situație este utilă atunci când se reactualizează o valoare a unei linii și trebuie avută siguranță că linia nu este schimbată de un alt utilizator înaintea reactualizării. Astfel, alte sesiuni nu pot schimba liniile din mulțimea activă până când tranzacția nu este permanentizată sau anulată.
- Dacă un cursor este declarat folosind clauza *FOR UPDATE*, atunci comenziile *DELETE/UPDATE* corespunzătoare trebuie să conțină clauza *WHERE CURRENT OF nume_cursor*.
 - Clauza referă linia curentă care a fost găsită de cursor, permitând ca reactualizările și ștergerile să se efectueze asupra acestei linii, fără referirea explicită a cheii primare sau pseudocoloanei *ROWID*.
- ❖ Deoarece cursorul lucrează doar cu niște copii ale liniilor existente în tabele, după închiderea cursorului este necesară comanda *COMMIT* pentru a realiza scrierea efectivă a modificărilor.
- ❖ Deoarece blocările implicate de clauza *FOR UPDATE* vor fi eliberate de comanda *COMMIT*, nu este recomandată utilizarea comenzi *COMMIT* în interiorul ciclului în care se fac încărcări de date. Orice *FETCH* executat după *COMMIT* va eșua.
- ❖ În cazul în care cursorul nu este definit folosind *SELECT...FOR UPDATE*, nu apar probleme în acest sens și, prin urmare, în interiorul ciclului unde se fac schimbări ale datelor poate fi utilizată comanda *COMMIT*.

Exemplul 5.12 – **vezi curs**

Exemplul 5.13 – **vezi curs**

5.2.4. Cursoare dinamice

- Un cursor static este un cursor a cărui comandă *SQL* este cunoscută la momentul compilării blocului.
 - Toate exemplele anterioare se referă la cursoare statice.
- În *PL/SQL* a fost introdus conceptul de variabilă cursor, care este de tip referință.
- Variabilele cursor
 - sunt similare tipului *pointer* din limbajele *C* sau *Pascal*
 - un cursor este un obiect static, iar un cursor dinamic este un *pointer* la un cursor
 - sunt dinamice deoarece li se pot asocia diferite cereri (coloanele obținute de fiecare cerere trebuie să corespundă declarației variabilei cursor)
 - trebuie declarate, deschise, încărcate și închise în mod similar unui cursor static
 - la momentul declarării nu solicită o cerere asociată
 - pot primi valori
 - pot fi utilizate în expresii
 - pot fi utilizate ca parametrii în subprograme
 - pot fi utilizate pentru a transmite mulțimea rezultat a unei cereri între subprograme
 - pot fi variabile de legătură
 - pot fi utilizate pentru a transmite mulțimea rezultat a unei cereri între subprograme stocate și diferenți clienți
 - nu acceptă parametrii
- Sintaxa de declarare

```
TYPE tip_ref_cursor IS REF CURSOR [RETURN tip_returnat];
var_cursor tip_ref_cursor;
```

- *var_cursor* este numele variabilei cursor
- *tip_ref_cursor* este un nou tip de date ce poate fi utilizat în declarațiile următoare ale variabilelor cursor
- *tip_returnat* este un tip înregistrare sau tipul unei linii dintr-un tabel
 - corespunde coloanelor întoarse de către orice cursor asociat variabilelor cursor de tipul definit

- dacă lipsește clauza *RETURN*, cursorul poate fi deschis pentru orice cerere
- Restricții de utilizare a variabilelor cursor
 - variabilele cursor nu pot fi declarate în specificația unui pachet
 - un pachet nu poate avea definită o variabilă cursor ce poate fi referită din afară pachetului
 - valoarea unei variabile cursor nu poate fi stocată într-o colecție sau o coloană a unui tabel
 - nu pot fi utilizati operatorii de comparare pentru a testa egalitatea, inegalitatea sau valoarea *null* a variabilelor cursor
 - nu pot fi folosite cu *SQL dynamic* în *Pro*C/C++*

Utilizarea unei variabile cursor

- Comanda *OPEN...FOR* asociază o variabilă cursor cu o cerere, execută cererea, identifică mulțimea rezultat și poziționează cursorul înaintea primei linii din mulțimea rezultat.
- Sintaxa

```
OPEN {variabila_cursor | :variabila_cursor_host}
FOR {cerere_select |
      sir_dinamic [USING argument_bind [, argument_bind ...]]};
```

- *variabila_cursor* specifică o variabilă cursor declarată anterior
- *cerere_select* reprezintă cererea pentru care este deschisă variabila cursor
- *sir_dinamic* este o secvență de caractere care reprezintă cererea
 - este specifică prelucrării dinamice a comenziilor, iar posibilitățile oferite de *SQL dynamic* vor fi analizate într-un capitol separat
- *:variabila_cursor_host* reprezintă o variabilă cursor declarată într-un mediu gazdă *PL/SQL*
- Comanda *OPEN .. FOR* poate deschide același cursor pentru diferite cereri. Nu este necesară închiderea variabilei cursor înainte de a o redeschide. Dacă se redeschide variabila cursor pentru o nouă cerere, cererea anterioară este pierdută.

Exemplul 5.14 – [vezi curs](#)

Exemplul 5.15 – [vezi curs](#)

Expresii cursor

- În versiunea *Oracle9i* a fost introdus conceptul de expresie cursor, care întoarce un cursor imbricat (*nested cursor*).
- Sintaxa:

CURSOR (subcerere)
- Semnificație
 - Fiecare linie din mulțimea rezultat poate conține valori uzuale și cursoare generate de subcereri.
- Utilizare
 - *PL/SQL* acceptă cereri care au expresii cursor în cadrul unei declarații cursor, declarații *REF CURSOR* și a variabilelor cursor.
 - Expresia cursor poate să apară într-o comandă *SELECT* ce este utilizată pentru deschiderea unui cursor dinamic.
 - Expresia cursor poate fi utilizată în cereri SQL dinamice sau ca parametri actuali într-un subprogram.
 - Restricții de utilizare a unei expresii cursor
 - nu poate fi utilizată cu un cursor implicit;
 - poate să apară numai într-o comandă *SELECT* care nu este imbricată în altă cerere (exceptând cazul în care este o subcerere chiar a expresiei cursor) sau ca argument pentru funcții tabel, în clauza *FROM* a lui *SELECT*;
 - nu poate să apară în interogarea ce definește o vizualizare;
 - nu se pot efectua operații *BIND* sau *EXECUTE* cu aceste expresii.
- Încărcarea cursorului imbricat se realizează
 - automat atunci când liniile care îl conțin sunt încărcate din cursorul „părinte“.
- Închiderea cursorului imbricat are loc
 - dacă este realizată explicit de către utilizator;
 - atunci când cursorul „părinte“ este reexecutat sau închis;
 - dacă apare o eroare în timpul unei încărcări din cursorul „părinte“.

Exemplul 5.16 – **vezi curs**

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
4. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)

CUPRINS

6. PL/SQL – Subprograme	2
6.1. Proceduri PL/SQL.....	4
6.1.1. Definirea unei proceduri	4
6.1.2. Apelarea unei proceduri.....	6
6.1.3. Transferul parametrilor	7
6.2. Funcții PL/SQL.....	8
6.2.1. Definirea unei funcții	8
6.2.2. Apelarea unei funcții.....	10
6.2.3. Utilizarea în expresii SQL a funcțiilor definite de utilizator.....	11
6.3. Recompilarea subprogramelor PL/SQL.....	12
6.4. Ștergerea subprogramelor PL/SQL.....	12
6.5. Subprograme overload	12
6.6. Recursivitate	13
6.7. Declarații forward.....	14
6.8. Informații referitoare la subprograme.....	15
6.9. Dependența subprogramelor.....	17
6.10. Rutine externe.....	20
Bibliografie	23

6. PL/SQL – Subprograme

- Procedurile și funcțiile *PL/SQL* sunt denumite subprograme *PL/SQL*.
- Subprogramele *PL/SQL*:
 - sunt blocuri *PL/SQL* cu nume;
 - au structura similară cu a blocurilor anonime:
 - secțiunea declarativă este opțională (cuvântul cheie *DECLARE* se înlocuiește cu *IS* sau *AS*);
 - secțiunea executabilă este obligatorie;
 - secțiunea de tratare a excepțiilor este opțională.

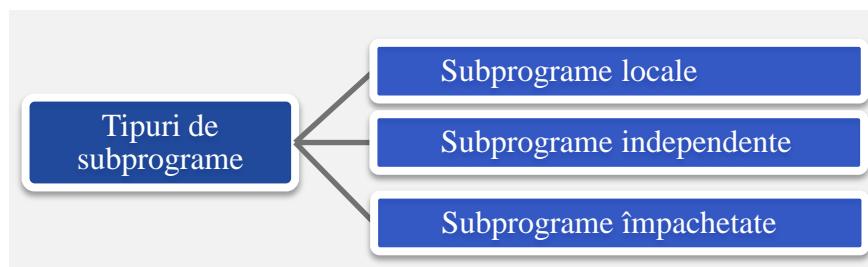


Fig. 6.1. Tipuri de subprograme

- În funcție de locul în care sunt definite subprogramele *PL/SQL* pot fi:
 - locale
 - definite în partea declarativă a unui bloc *PL/SQL* sau a unui alt subprogram
 - independente
 - stocate în baza de date și considerate drept obiecte ale acesteia
 - împachetate
 - definite într-un pachet *PL/SQL*



❖ Subprogramele împachetate sunt subprograme stocate?



❖ Un subprogram local, declarat și apelat într-un bloc anonim, este temporar sau permanent? Poate fi apelat din alte aplicații?
 ❖ Un subprogram stocat este temporar sau permanent? Poate fi apelat din alte aplicații?



- ❖ De câte ori este compilat un subprogram local?
- ❖ De câte ori este compilat un subprogram stocat?



Avantajele utilizării subprogramelor stocate:

- ❖ codul este ușor de întreținut
 - modificările necesare îmbunătățirii mai multor aplicații trebuie realizate o singură dată
 - se minimizează timpul necesar testării
- ❖ codul este reutilizabil
 - după ce au fost compilate și validate, subprogramele pot fi reutilizate în oricât de multe aplicații
- ❖ asigură securitatea datelor
 - acordând privilegii asupra subprogramelor, se poate permite accesul indirect asupra obiectelor bazei de date
- ❖ asigură integritatea datelor
 - se pot grupa mai multe acțiuni înrudite care vor fi executate împreună sau niciuna
- ❖ îmbunătățesc performanța
 - atunci când este creat un subprogram independent, în dicționarul datelor este depus atât textul sursă, cât și forma compilată (*p-code*)
 - dacă subprogramul este apelat, *p-code*-ul este citit de pe disc, este depus în *shared pool* și poate fi utilizat de mai mulți utilizatori
 - *p-code*-ul va părăsi *shared pool* conform algoritmului *LRU* (*least recently used*)

- Atunci când este apelat un subprogram stocat, *server*-ul *Oracle* parcurge etapele:
 - Verifică dacă utilizatorul are privilegiul de execuție asupra subprogramului.
 - Verifică dacă *p-code*-ul subprogramului este în *shared pool*. Dacă este prezent va fi executat, altfel va fi încărcat de pe disc în *database buffer cache*.
 - Verifică dacă starea subprogramului este *VALID* sau *INVALID*. Starea unui subprogram este *INVALID*, fie pentru că au fost detectate erori la compilarea acestuia, fie pentru că structura unui obiect s-a schimbat de când subprogramul a fost executat ultima oară. Dacă starea subprogramului este *INVALID*, atunci este recompliat automat. Dacă nu a fost detectată nicio eroare, atunci va fi executată noua versiune a subprogramului.

- Dacă subprogramul aparține unui pachet atunci toate subprogramele pachetului sunt de asemenea încărcate în *database buffer cache* (dacă acestea nu erau deja acolo). Dacă pachetul este activat pentru prima oară într-o sesiune, atunci *server-ul* va executa blocul de initializare al pachetului.

6.1. Proceduri PL/SQL

- O procedură este un bloc *PL/SQL* cu nume care poate accepta parametrii.
- În general procedurile sunt utilizate pentru a realiza anumite acțiuni.
- Procedurile independente sunt compilate și stocate în baza de date ca obiecte ale schemei. Tipul acestor obiecte este *procedure*.

6.1.1. Definirea unei proceduri

- Sintaxa

```
[CREATE [OR REPLACE] ] PROCEDURE nume_procedură
    [ (parametru[, parametru]...) ]
    [AUTHID {DEFINER | CURRENT_USER} ]
    {IS | AS}
    [PRAGMA AUTONOMOUS_TRANSACTION;]
    [declarații locale]
    BEGIN
        secțiune executabilă
    EXCEPTION
        secțiune de gestiune a excepțiilor
    END [nume_procedură];
```

BLOC PL/SQL

- Clauza *CREATE* determină stocarea procedurii în baza de date.
- Clauza *OR REPLACE* are ca efect ștergerea procedurii cu numele specificat (dacă aceasta există deja) și înlocuirea acesteia cu noua versiune. Dacă procedura cu numele specificat în comanda *CREATE* există și se omite clauza *OR REPLACE*, atunci apare eroarea „ORA-955: Name is already used by an existing object”.
- Parametrii specificați au următoarea formă sintactică:

parametru IN tip_de_date {:= | DEFAULT} expresie
| { OUT | IN OUT } [NOCOPY] tip_de_date



Doar parametrii de tip *IN* pot avea specificate valori implicate (*DEFAULT*).

- Opțiunea *NOCOPY* poate fi utilizată doar pentru parametrii de tip *OUT* sau *IN OUT*. Determină baza de date să transmită parametrii de tip *OUT* sau *IN OUT* prin referință (parametrii de tip *IN* sunt transmiși doar prin referință, iar parametrii de *OUT* sunt transmiși implicit prin valoare). Atunci când se transmite o valoare mare (de exemplu, o colecție), această clauză poate îmbunătăți în mod semnificativ performanța.
- Tipul parametrilor poate fi specificat utilizând atributele *%TYPE*, *%ROWTYPE* sau un tip explicit fără dimensiune specificată.
- Clauza *AUTHID* specifică faptul că procedura stocată se execută cu drepturile proprietarului (implicit) sau ale utilizatorului curent. De asemenea, această clauză precizează dacă referințele către obiecte sunt rezolvate în schema proprietarului procedurii sau a utilizatorului curent.
- Clauza *PRAGMA AUTONOMOUS_TRANSACTION* informează compilatorul *PL/SQL* că această procedură este autonomă (independentă). Tranzacțiile autonome permit suspendarea tranzacției principale, executarea unor instrucțiuni *SQL*, *commit*-ul sau *rollback*-ul acestor operații și continuarea tranzacției principale.

Exemplul 6.1 – vezi explicații curs

```

CREATE OR REPLACE PROCEDURE proc_ex1
    (v_id produse.id_produs%TYPE, v_procent NUMBER)
AS
BEGIN
    UPDATE produse
    SET pret_unitar =
        pret_unitar + pret_unitar*v_procent
    WHERE id_produs = v_id;
EXCEPTION
    WHEN NO_DATA_FOUND THEN
        RAISE_APPLICATION_ERROR (-20000, 'Nu exista produsul');
END;

```

Exemplul 6.2 – vezi curs



- ❖ Dacă subprogramul conține comenzi *LMD*, atunci execuția acestuia va determina execuția tuturor *trigger-ilor* definiți pentru aceste operații.
- ❖ Dacă se dorește evitarea declanșării acestora, atunci înainte de apelarea subprogramului *trigger-ii* trebuie dezactivați, urmând ca aceștia să fie reactivați după ce s-a terminat execuția subprogramului.

Exemplul 6.3

```
ALTER TABLE produse DISABLE ALL TRIGGERS;
EXECUTE proc_ex2(37, 0.1)
ALTER TABLE produse ENABLE ALL TRIGGERS;
```

6.1.2. Apelarea unei proceduri

- Procedurile stocate pot fi apelate:
 - din corpul altei proceduri sau al unui declanșator;
 - interactiv, de utilizator folosind un utilitar *Oracle* (de exemplu, *SQL*Plus*);
 - explicit, dintr-o aplicație (de exemplu, *Oracle Forms* sau un precompilator).
- Apelarea unei proceduri se realizează
 - în *SQL*Plus*, prin comanda:

```
EXECUTE nume_procedură [(lista_parametri_actuali)];
```

 - în *PL/SQL*, prin apariția numelui procedurii urmat de lista parametrilor actuali:

```
nume_procedură [(lista_parametri_actuali)];
```



O procedură stocată poate fi invocată într-o comandă *SQL* (de exemplu, în comanda *SELECT*)?

- La apelarea unei proceduri, parametrii actuali pot fi definiți specificându-i
 - explicit, prin nume;
 - prin poziție .

Exercițiu 6.4 – temă

Definiți un bloc *PL/SQL* în care procedura *proc_ex2* este apelată pentru fiecare produs din categoria „Sisteme de operare” (nivel 5). Prețul acestor produse va fi micșorat cu 5%.

Exemplul 6.5 – vezi curs

6.1.3. Transferul parametrilor

- Parametrii formali ai unei proceduri pot fi:
 - parametri de intrare (*IN*);
 - parametri de ieșire (*OUT*);
 - de intrare/ieșire (*IN OUT*).
- Dacă nu este specificat tipul parametrului, atunci implicit este considerat *IN*.
- Parametrul formal de tip *IN*
 - Poate primi valori implicite în cadrul comenzi de declarare.
 - Este *read-only* și deci valoarea sa nu poate fi modificată în corpul subprogramului.
 - Parametrul actual corespunzător poate fi literal, expresie, constantă sau variabilă inițializată.
- Parametrul formal de tip *OUT*
 - Este neinițializat și prin urmare, are automat valoarea *null*.
 - În interiorul subprogramului, parametrilor cu opțiunea *OUT* sau *IN OUT* trebuie să li se asigneze o valoare explicită. Dacă nu se atribuie nicio valoare, atunci parametrul actual corespunzător va fi *null*.
 - Parametrul actual trebuie să fie o variabilă, nu poate fi o constantă sau o expresie.
- Dacă în procedură apare o excepție, atunci valorile parametrilor formali cu opțiunile *OUT* sau *IN OUT* nu sunt copiate în valorile parametrilor actuali.
- Implicit, transmiterea parametrilor este:
 - prin referință, în cazul parametrilor *IN*;
 - prin valoare în cazul parametrilor *OUT* sau *IN OUT*.
 - Dacă din motive de performanță se dorește transmiterea prin referință și în cazul parametrilor *IN OUT* sau *OUT*, atunci se poate utiliza opțiunea *NOCOPY*.
 - Dacă opțiunea *NOCOPY* este asociată unui parametru *IN*, atunci va genera eroare la compilare, deoarece acești parametri se transmit de fiecare dată prin referință.

Exemplul 6.6 [- vezi curs](#)

Exemplul 6.7 [- vezi curs](#)

6.2. Funcții PL/SQL

- O funcție *PL/SQL* este un bloc *PL/SQL* cu nume care trebuie să întoarcă un rezultat (o singură valoare).
- Funcțiile independente sunt compilate și stocate în baza de date ca obiecte ale schemei. Tipul acestor obiecte este *function*.



O funcție stocată poate fi invocată într-o comandă *SQL* (de exemplu, în comanda *SELECT*)?

6.2.1. Definirea unei funcții

- Sintaxa

```
[CREATE [OR REPLACE]] FUNCTION nume_funcție
    [(parametru[, parametru]...)]
    RETURN tip_de_date
    [AUTHID {DEFINER | CURRENT_USER}]
    [DETERMINISTIC]
    {IS | AS}
    [PRAGMA AUTONOMOUS_TRANSACTION;]
    [declarații locale]
    BEGIN
        secțiune executabilă
        [EXCEPTION
            secțiune de gestiune a excepțiilor]
    END [nume_funcție];
```

BLOC PL/SQL

- Clauza *RETURN* este utilizată în locul parametrilor de tip *OUT*.
 - O funcție trebuie să conțină clauza *RETURN* în antet și cel puțin o comandă *RETURN* în partea executabilă.
 - În interiorul funcției trebuie să apară *RETURN expresie*, unde *expresie* este valoarea rezultatului furnizat de funcție.
 - Într-o funcție pot să apară mai multe comenzi *RETURN*, dar numai una din acestea va fi executată, deoarece după ce valoarea este întoarsă, procesarea blocului încetează.

- Algoritmul din interiorul corpului subprogramului funcție trebuie să asigure că toate traекторiile sale conduc la comanda *RETURN*. Dacă o traекторie a algoritmului trimite în partea de tratare a erorilor, atunci *handler*-ul acesteia trebuie să includă o comandă *RETURN*.
- O funcție fără comanda *RETURN* va genera eroare la compilare.
- Comanda *RETURN* (fără o expresie asociată) poate să apară și într-o procedură. În acest caz, ea va avea ca efect revenirea la comanda ce urmează instrucțiunii apelante.
- Opțiunea *tip_de_date* specifică tipul valorii întoarse de funcție, tip care nu poate conține specificații de mărime.
 - Dacă totuși sunt necesare aceste specificații se pot defini subtipuri, iar parametrii vor fi declarați de subtipul respectiv.
- Opțiunea *DETERMINISTIC* indică optimizorului că funcția va întoarce același rezultat dacă sunt folosite aceleași argumente la apelarea sa. Dacă sunt realizate apeluri repetitive ale funcției, având aceleași argumente, atunci optimizorul poate utiliza un rezultat obținut anterior.
- O funcție poate accepta unul sau mai mulți parametri. Ca și în cazul procedurilor, lista parametrilor este opțională. Dacă subprogramul nu are parametri, parantezele nu sunt necesare la declarare și la apelare.



Funcțiile acceptă toate cele 3 tipuri de parametri (*IN*, *OUT* sau *IN OUT*).

În comenziile *SQL* pot fi utilizate doar funcții cu parametrii de tip *IN*.



Ce tipuri de proceduri pot fi transformate în funcții?

Exemplul 6.8 – **vezi curs**

6.2.2. Apelarea unei funcții

- O funcție independentă poate fi apelată în mai multe moduri, folosind sintaxa:

nume_funcție [(lista_parametri_actuali)]

- într-o comandă *SQL*;

Exemplul 6.9

```
SELECT func_ex8(100,2007)
FROM   DUAL;
```

- în *SQL*PLUS* (apelarea funcției și atribuirea valorii acesteia într-o variabilă de legătură);

Exemplul 6.10

```
VARIABLE rezultat NUMBER
EXECUTE :rezultat := func_ex8(100,2007);
PRINT rezultat
```

- în *PL/SQL*;

Exemplul 6.11

```
BEGIN
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(func_ex8(100,2007));
END;
```

- La apelarea unei funcții, parametrii actuali pot fi definiți specificându-i
 - explicit, prin nume;
 - prin poziție.

Exemplul 6.12

```
DECLARE
  n NUMBER := func_ex8(p_id=>100);
BEGIN
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(n);
END;
```

Comanda *CALL*

- Permite apelarea subprogramelor *PL/SQL* stocate (independente sau incluse în pachete) și a subprogramelor *Java*.
- Este o comandă *SQL* care nu este validă într-un bloc *PL/SQL*.
 - În *PL/SQL* poate fi utilizată doar dinamic, prin intermediul comenzii *EXECUTE IMMEDIATE*.

- Sintaxa:

```
CALL nume_subprogram([lista_parametri actuali])
[ INTO :variabila_host]
```

- *nume_subprogram* reprezintă numele unui subprogram sau numele unei metode.
- Clauza *INTO* este folosită numai pentru variabilele de ieșire ale unei funcții.

Exemplul 6.13

```
SQL> VARIABLE rezultat NUMBER
SQL> CALL func_ex8(100,2007) INTO :rezultat;

Call completed.

SQL> PRINT rezultat

REZULTAT
-----
863
```

6.2.3. Utilizarea în expresii SQL a funcțiilor definite de utilizator

- O funcție stocată poate fi referită într-o comandă *SQL* la fel ca orice funcție standard furnizată de sistem, dar cu anumite restricții.
- Funcțiile definite de utilizator pot fi apelate din orice expresie *SQL* în care pot fi folosite funcții *SQL* standard.
- Funcțiile definite de utilizator pot să apară în:
 - clauza *SELECT* a comenzi *SELECT*;
 - clauzele *WHERE* și *HAVING*;
 - clauzele *CONNECT BY*, *START WITH*, *ORDER BY* și *GROUP BY*;
 - clauza *VALUES* a comenzi *INSERT*;
 - clauza *SET* a comenzi *UPDATE*.

Exemplul 6.14 – vezi curs



Funcțiile ce pot fi utilizate în comenzi *SQL* trebuie:

- ❖ să aibă numai parametrii de tip *IN*, al căror tip de date este un tip valid *SQL*;
- ❖ să întoarcă o valoare al cărei tip să fie un tip valid *SQL*, cu dimensiunea maximă admisă în *SQL*.



Restricții de utilizare a funcțiilor în comenzi *SQL*:

- ❖ funcțiile invocate într-o comandă *SELECT* nu pot conține comenzi *LMD*;
- ❖ funcțiile invocate într-o comandă *UPDATE* sau *DELETE* asupra unui tabel *T* nu pot utiliza comenzi *SELECT* sau *LMD* care referă același tabel *T* (*table mutating*);
- ❖ nu pot termina tranzacții (nu pot utiliza comenzi *COMMIT* sau *ROLLBACK*);
- ❖ nu pot utiliza comenzi *LDD* (de exemplu, *CREATE TABLE*) sau *LCD* (de exemplu, *ALTER SESSION*), deoarece acestea realizează *COMMIT* automat;
- ❖ nu pot să apară în clauza *CHECK* a unei comenzi *CREATE/ALTER TABLE*;
- ❖ nu pot fi folosite pentru a specifica o valoare implicită a unei coloane în cadrul unei comenzi *CREATE/ALTER TABLE*;
- ❖ nu pot utiliza subprograme care nu respectă restricțiile enumerate anterior.

6.3. Recompilarea subprogramelor *PL/SQL*

- Pentru a recompila subprogramele independente invalide se utilizează comanda


```
ALTER {FUNCTION | PROCEDURE} nume_subprogram COMPILE;
```
- Recompilarea explicită elimină recompilarea implicită la *run-time* și previne apariția erorilor de compilare la acel moment.

6.4. Ștergerea subprogramelor *PL/SQL*

- Pentru a șterge un subprogram independent se utilizează comanda:

```
DROP {FUNCTION | PROCEDURE} nume_subprogram;
```

6.5. Subprograme *overload*

- Subprogramele *overload* (suprîncărcate) au aceeași nume, dar diferă prin lista parametrilor.
 - *Exemplu*: funcția predefinită *TO_CHAR*.
- În cazul unui apel, compilatorul compară parametri actuali cu listele parametrilor formali ale subprogramelor *overload* și execută modulul corespunzător.

- 
- ❖ Toate subprogramele *overload* trebuie definite în același bloc *PL/SQL* (bloc anonim sau pachet).
 - ❖ Subprogramele *overload* pot să apară în programele *PL/SQL*:
 - în secțiunea declarativă a unui bloc;
 - în interiorul unui pachet.
 - ❖ Subprogramele independente nu pot fi *overload*.
 - ❖ Două programe *overload* trebuie să difere, cel puțin, prin tipul unuia dintre parametri. Două programe nu pot fi *overload* dacă parametri lor formalii diferă numai prin subtipurile lor și dacă aceste subtipuri se bazează pe același tip de date.
 - ❖ Pentru ca două subprograme să fie *overload* nu este suficient ca:
 - lista parametrilor să difere numai prin numele parametrilor formalii;
 - lista parametrilor să difere numai prin tipul acestora (*IN*, *OUT*, *IN OUT*); *PL/SQL* nu poate face diferențe (la apelare) între tipurile *IN* sau *OUT*;
 - să difere doar prin tipul datei returnate (tipul datei specificate în clauza *RETURN* a unei funcții).



Următoarele subprograme nu pot fi *overload*:

- a) FUNCTION alfa (v POSITIVE) ...;
FUNCTION alfa (v PLS_INTEGER) ...;
- b) FUNCTION alfa (x NUMBER) ...;
FUNCTION alfa (y NUMBER) ...;
- c) PROCEDURE beta (v IN VARCHAR2) ...;
PROCEDURE beta (v OUT VARCHAR2) ...;

Exemplul 6.15 - vezi curs

6.6. Recursivitate

- Un subprogram recursiv se apelează pe el însuși.
- Fiecare invocare recursivă a subprogramului creează câte o instanță pentru fiecare componentă declarată în subprogram și pentru fiecare comandă *SQL* executată de subprogram. Dacă apelul este în interiorul unui cursor *FOR* sau între comenziile *OPEN* și *CLOSE*, atunci la fiecare apel este deschis alt cursor. Programul poate determina depășirea limitei impuse de parametrul *OPEN_CURSORS*.

Exemplul 6.16 - vezi curs

6.7. Declarații *forward*

- Două subprograme sunt reciproc recursive dacă ele se apelează unul pe altul direct sau indirect.
- Declarațiile *forward* permit:
 - definirea subprogramelor reciproc recursive;
 - declararea subprogramelor în ordine alfabetică sau într-o anumită ordine logică (în blocuri *PL/SQL* sau pachete).
- În *PL/SQL*, un identificator trebuie declarat înainte de a-l folosi. De asemenea, un subprogram trebuie declarat înainte de a-l apela.

Exemplul 6.17

```
DECLARE
  PROCEDURE alfa IS
  BEGIN
    beta('apel beta din alfa');      -- apel incorrect
  END;

  PROCEDURE beta (x VARCHAR2) IS
  BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(x);
  END;
BEGIN
  alfa;
END;
```

- Eroarea apare deoarece procedura *beta* este apelată înainte de a fi declarată. Problema se poate rezolva simplu, inversând ordinea celor două proceduri. Această soluție nu este eficientă întotdeauna.

```
DECLARE
  PROCEDURE beta (x VARCHAR2) IS
  BEGIN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(x);
  END;

  PROCEDURE alfa IS
  BEGIN
    beta('apel beta din alfa');      -- apel corect
  END;
BEGIN
  alfa;
END;
```

- *PL/SQL* permite un tip special de declarare a unui subprogram numit *forward*. Acesta constă dintr-o specificare de subprogram terminată prin “;”.

```

DECLARE
    PROCEDURE beta (x VARCHAR2); -- declaratie forward
    PROCEDURE alfa IS
    BEGIN
        beta('apel beta din alfa'); -- apel corect
    END;

    PROCEDURE beta (x VARCHAR2) IS
    BEGIN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(x);
    END;
BEGIN
    alfa;
END;

```

- Lista parametrilor formali din declarația *forward* trebuie să fie identică cu cea corespunzătoare corpului subprogramului. Corpul subprogramului poate apărea oriunde după declarația sa *forward*, dar trebuie să rămână în aceeași unitate de program.

6.8. Informații referitoare la subprograme

- Informațiile referitoare la subprogramele *PL/SQL* și modul de acces la acestea:
 - informații generale - vizualizarea *USER_OBJECTS*;
 - codul sursă - vizualizarea *USER_SOURCE*;
 - tipul parametrilor (*IN*, *OUT*, *IN OUT*) - comanda *DESCRIBE* din *SQL*Plus*;
 - erorile la compilare - vizualizarea *USER_ERRORS* sau comanda *SHOW ERRORS* din *SQL*Plus*.

Vizualizarea *USER_OBJECTS*

- Conține informații generale despre toate obiectele bazei de date, în particular și despre subprogramele stocate.
- Vizualizarea *USER_OBJECTS* conține informații despre:
 - *OBJECT_NAME* – numele obiectului;

- *OBJECT_TYPE* – tipul obiectului (*PROCEDURE*, *FUNCTION* etc.);
 - *OBJECT_ID* – identificator intern al obiectului;
 - *CREATED* – data când obiectul a fost creat;
 - *LAST_DDL_TIME* – data ultimei modificări a obiectului;
 - *TIMESTAMP* – data și momentul ultimei recompilări;
 - *STATUS* – starea obiectului (*VALID* sau *INVALID*) etc.
- Pentru a verifica dacă recompilarea explicită (*ALTER*) sau implicită a avut succes se poate consulta starea subprogramelor utilizând *USER_OBJECTS*.
 - Orice obiect are o stare (*status*) sesizată în dicționarul datelor, care poate fi:
 - *VALID* - obiectul a fost compilat și poate fi folosit când este referit;
 - *INVALID* - obiectul trebuie compilat înainte de a fi folosit.

Exemplul 6.18

```
SELECT      OBJECT_ID, OBJECT_NAME, OBJECT_TYPE, STATUS
FROM        USER_OBJECTS
WHERE       OBJECT_TYPE IN ('PROCEDURE', 'FUNCTION');
```

Exemplul 6.19

```
CREATE OR REPLACE PROCEDURE proc_ex19 IS
BEGIN
    FOR i IN (SELECT OBJECT_TYPE, OBJECT_NAME
              FROM   USER_OBJECTS
              WHERE  STATUS = 'INVALID'
              AND    OBJECT_TYPE IN ('PROCEDURE',
                                     'FUNCTION')) LOOP
        --recompileaza toate subprogramele invalide
        --din schema curenta
        DBMS_DDL.ALTER_COMPILE(i.OBJECT_TYPE, USER,
                               i.OBJECT_NAME);
    END LOOP;
END;
```

- Dacă se recompilează un obiect *PL/SQL*, atunci *server-ul* va recompila orice obiect invalid de care depinde.
- Dacă recompilarea automată implicită a procedurilor locale dependente are probleme, atunci starea obiectului va rămâne *INVALID* și *server-ul Oracle* semnalează eroare.
 - Este preferabil ca recompilarea să fie manuală (recompilare explicită utilizând comanda *ALTER (PROCEDURE, FUNCTION, TRIGGER, PACKAGE)* cu opțiunea *COMPILE*).

- Este necesar ca recompilarea să se facă cât mai repede, după definirea unei schimbări referitoare la obiectele bazei.

Vizualizarea *USER_SOURCE*

- După ce subprogramul a fost creat, codul sursă al acestuia poate fi obținut consultând vizualizarea *USER_SOURCE* din dicționarul datelor, care are următoarele câmpuri:
 - NAME* – numele obiectului;
 - TYPE* – tipul obiectului;
 - LINE* – numărul liniei din codul sursă;
 - TEXT* – textul liniilor codului sursă.

Exemplul 6.20

```
SELECT      TEXT
FROM        USER_SOURCE
WHERE       NAME = 'FIBONACCI'
ORDER BY    LINE;
```

6.9. Dependența subprogramelor

- Atunci când un subprogram este compilat, atunci când un subprogram este compilat, în dicționarul datelor se vor înregistra informații despre toate obiectele referite.
 - Subprogramul este dependent de aceste obiecte.
- Un subprogram care are erori la compilare este marcat ca “*invalid*” în dicționarul datelor.
 - Un subprogram stocat poate deveni, de asemenea, invalid dacă o operație *LDD* este executată asupra unui obiect de care depinde.
- Dacă se modifică definiția unui obiect referit, obiectul dependent poate (sau nu) să continue să funcționeze normal.
- Există două tipuri de dependențe:
 - dependență directă
 - obiectul dependent (de exemplu, *procedure* sau *function*) face referință direct la un *table*, *view*, *sequence*, *procedure* sau *function*
 - dependență indirectă
 - obiectul dependent (de exemplu, *procedure* sau *function*) face referință indirect la un *table*, *view*, *sequence*, *procedure*, *function* prin intermediul unui *view*, *procedure* sau *function*

- În cazul dependențelor locale, atunci când un obiect referit este modificat, obiectele dependente sunt invalidate. La următorul apel al obiectului invalidat, acesta va fi recompilat automat de către *server-ul Oracle*.
- În cazul dependențelor la distanță, procedurile stocate local și toate obiectele dependente vor fi invalidate. Acestea nu vor fi recompilate automat la următorul apel.
- Vizualizarea *USER_DEPENDENCIES* oferă informații despre obiectele referite de un obiect dependent.

Exemplul 6.21

```
SELECT NAME, TYPE, REFERENCED_NAME, REFERENCED_TYPE
FROM   USER_DEPENDENCIES
WHERE  REFERENCED_TYPE IN
       ('TYPE','TABLE','PROCEDURE','FUNCTION','VIEW')
AND    NAME NOT LIKE 'BIN%'
ORDER BY 1;
```

- Dependențele indirekte pot fi afișate utilizând vizualizările *DEPTREE* și *IDEPTREE*.
 - Vizualizarea *DEPTREE* afișează o reprezentare a tuturor obiectelor dependente (direct sau indirect).
 - Vizualizarea *IDEPTREE* afișează sub forma unui arbore aceeași informații.
- Pentru a utiliza aceste vizualizări furnizate de sistemul *Oracle* trebuie:
 1. conectare ca administrator;
 2. executat scriptul *UTLDTREE*;
 3. executată procedura *DEPTREE_FILL* (are trei argumente: tipul obiectului referit, schema obiectului referit, numele obiectului referit).

Exemplul 6.22

```
--conectare ca administrator
EXECUTE DEPTREE_FILL ('TABLE', 'CURS_PLSQL', 'FACTURI');

SELECT NESTED_LEVEL, TYPE, NAME
FROM   DEPTREE
ORDER BY SEQ#;

SELECT *
FROM   IDEPTREE;
```

- Dependențele la distanță pot fi manipulate folosind modelul *timestamp* (implicit) sau modelul *signature*.
- Ori de câte ori o unitate *PL/SQL* este modificată (creată sau recompilată) este înregistrat momentul de timp la care are loc modificarea (*timestamp*). Aceasta poate fi observat interogând vizualizarea *USER_OBJECTS*, câmpul *LAST_DDL_TIME*. Modelul *timestamp* realizează compararea momentelor ultimei modificări a celor două obiecte analizate. Dacă un obiect (referit) are momentul ultimei modificări mai recent decât cel al obiectului dependent, atunci obiectul dependent va fi recompilat.
- Modelul *signature* determină momentul la care obiectele bazei distante trebuie recompilate. Atunci când este creată o unitate *PL/SQL*, o signură este depusă în dicționarul datelor, alături de *p-code*. Aceasta conține numele blocului *PLSQL (PROCEDURE, FUNCTION, PACKAGE)*, tipurile parametrilor, ordinea parametrilor, numărul acestora și modul de transmitere (*IN, OUT, IN OUT*), tipul de date întors de funcție. Dacă signatura nu este modificată, atunci execuția continuă (fără a fi necesară recompilarea).



Recompilarea procedurilor și funcțiilor dependente este fără succes dacă:

- obiectul referit este șters (*DROP*) sau redenumit (*RENAME*);
- tipul coloanei referite este schimbat;
- coloana referită este ștearsă;
- vizualizarea referită este înlocuită printr-o vizualizare având alte coloane;
- lista parametrilor unei proceduri referite este modificată.



Recompilarea procedurilor și funcțiilor dependente este cu succes dacă:

- tabelul referit are coloane noi;
- nicio coloană nouă definită nu are restricția *NOT NULL*;
- tipul coloanelor referite nu s-a schimbat;
- un tabel privat este șters, dar există un tabel public cu același nume și structură;
- comenzile *INSERT* conțin efectiv lista coloanelor;
- un subprogram referit a fost modificat și recompilat cu succes.



Cum pot fi minimizate erorile datorate dependențelor?

- utilizând comenzi *SELECT* cu opțiunea *;
- includând lista coloanelor în cadrul comenzi *INSERT*;
- declarând variabile cu atributul *%TYPE*;
- declarând înregistrări cu atributul *%ROWTYPE*.



- ❖ Dacă procedura depinde de un obiect local, atunci se face recompilare automată la prima reexecuție.
- ❖ Dacă procedura depinde de o procedură distanță, atunci se face recompilare automată, dar la a doua reexecuție. Este preferabilă o recompilare manuală pentru prima reexecuție sau implementarea unei strategii de reinvoacare a ei (a doua oară).
- ❖ Dacă procedura depinde de un obiect distant, dar care nu este procedură, atunci nu se face recompilare automată.

6.10. Rutine externe

- *PL/SQL* a fost special conceput pentru *Oracle* și este specializat pentru procesarea tranzacțiilor *SQL*.
- Totuși, într-o aplicație complexă pot să apară cerințe și funcționalități care sunt mai eficient de implementat în *C*, *Java* sau alt limbaj de programare. Dacă aplicația trebuie să efectueze anumite acțiuni care nu pot fi implementate optim utilizând *PL/SQL*, atunci este preferabil să fie utilizate alte limbiage care realizează performant acțiunile respective. În acest caz este necesară comunicarea între diferite module ale aplicației care sunt scrise în limbiage diferite.
- Rutinele externe:
 - sunt subprograme scrise într-un limbaj diferit de *PL/SQL*;
 - sunt apelabile dintr-un program *PL/SQL*.
- *PL/SQL* extinde funcționalitatea *server-ului Oracle*, furnizând o interfață pentru apelarea rutinelor externe. Orice bloc *PL/SQL* executat pe *server* sau pe *client* poate apela o rutină externă.
- Pentru a marca apelarea unei rutine externe în programul *PL/SQL* este definit un punct de intrare (*wrapper*) care direcționează spre codul extern (program *PL/SQL* → *wrapper* → cod extern). O clauză specială (*AS EXTERNAL*) este utilizată (în cadrul comenzi *CREATE OR REPLACE PROCEDURE*) pentru crearea unui *wrapper*. De fapt, clauza conține informații referitoare la numele bibliotecii în care se găsește subprogramul extern (clauza *LIBRARY*), numele rutinei externe (clauza *NAME*) și corespondența (*limbaj <-> PL/SQL*) între tipurile de date (clauza *PARAMETERS*). Ultimele versiuni renunță la clauza *AS EXTERNAL*.

- Rutinele externe (scrise în *C*) sunt compilate, apoi depuse într-o bibliotecă dinamică (*DLL – dynamic link library*) și sunt încărcate doar când este necesar acest lucru. Dacă se invocă o rutină externă scrisă în *C*, trebuie setată conexiunea spre această rutină. Un proces numit *extproc* este declanșat automat de către *server*. La rândul său, procesul *extproc* va încărca biblioteca identificată prin clauza *LIBRARY* și va apela rutina respectivă.
- *Oracle8i* permite utilizarea de rutine externe scrise în *Java*. De asemenea, prin utilizarea clauzei *AS LANGUAGE*, un *wrapper* poate include specificații de apelare. De fapt, aceste specificații permit apelarea rutinelor externe scrise în orice limbaj. De exemplu, o procedură scrisă într-un limbaj diferit de *C* sau *Java* poate fi utilizată în *SQL* sau *PL/SQL* dacă procedura respectivă este apelabilă din *C*. În felul acesta, biblioteci standard scrise în alte limbi de programare pot fi apelate din programe *PL/SQL*.
- Procedura *PL/SQL* executată pe *server*-ul *Oracle* poate apela o rutină externă scrisă în *C* care este depusă într-o bibliotecă partajată.
- Procedura *C* se execută într-un spațiu adresă diferit de cel al *server*-ului *Oracle*, în timp ce unitățile *PL/SQL* și metodele *Java* se execută în spațiul de adresă al *server*-ului. *JVM (Java Virtual Machine)* de pe pe *server* va executa metoda *Java* direct, fără a fi necesar procesul *extproc*.
- Maniera de a încărca depinde de limbajul în care este scrisă rutina (*C* sau *Java*).
 - Pentru a apela rutine externe *C*, *server*-ul trebuie să cunoască poziționarea bibliotecii dinamice *DLL*. Acest lucru este furnizat de *alias*-ul bibliotecii din clauza *AS LANGUAGE*.
 - Pentru apelarea unei rutine externe *Java* se va încărca clasa *Java* în baza de date. Este necesară doar crearea unui *wrapper* care direcționează spre codul extern. Spre deosebire de rutinele externe *C*, nu este necesară nici biblioteca și nici setarea conexiunii spre rutina externă.
- Clauza *LANGUAGE* din cadrul comenzi de creare a unui subprogram, specifică limbajul în care este scrisă rutina (procedură externă *C* sau metodă *Java*) și are următoarea formă:

```
{IS | AS} LANGUAGE {C | JAVA}
```
- Pentru o procedură *C* sunt date informații referitoare la numele acesteia (clauza *NAME*); *alias*-ul bibliotecii în care se găsește (clauza *LIBRARY*); opțiuni referitoare la tipul, poziția, lungimea, modul de transmitere (prin valoare sau prin referință) al

parametrilor (clauza *PARAMETERS*); posibilitatea ca rutina externă să acceseze informații despre parametri, excepții, alocarea memoriei utilizator (clauza *WITH CONTEXT*).

```
LIBRARY nume_biblioteca [NAME nume_proc_c] [WITH CONTEXT]
    [PARAMETERS (parametru_extern [, parametru_extern ...] ) ]
```

- Pentru o metodă *Java*, în clauză trebuie specificată doar signatura metodei (lista tipurilor parametrilor în ordinea apariției).

Exemplul 6.23

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION calc (x IN REAL)
  RETURN NUMBER
  AS LANGUAGE C
  LIBRARY biblioteca
  NAME C_CALC
  PARAMETERS (x BY REFERENCES);

  -- apelare din PL/SQL
  BEGIN
    calc(100);
  END;
```

- Apelarea rutinei externe poate să apară în:
 - blocuri anonime;
 - subprograme independente sau aparținând unui pachet;
 - metode ale unui tip obiect;
 - declanșatori bază de date;
 - comenzi *SQL* care apelează funcții (în acest caz trebuie utilizată *PRAGMA RESTRICT_REFERENCES*).
- De remarcat că o metodă *Java* poate fi apelată din orice bloc *PL/SQL*, subprogram sau pachet.
- *JDBC (Java Database Connectivity)*, care reprezintă interfața *Java* standard pentru conectare la baze de date relaționale și *SQLJ* permit apelarea de blocuri *PL/SQL* din programe *Java*. *SQLJ* face posibilă incorporarea operațiilor *SQL* în codul *Java*. Standardul *SQLJ* acoperă doar operații *SQL* statice. *Oracle9i SQLJ* include extensii pentru a suporta direct *SQL* dinamic.
- Altă modalitate de a încărca programe *Java* este folosirea în *SQL*Plus* a comenzi: *CREATE JAVA instrucțiune*.

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
4. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)

CUPRINS

7. PL/SQL – Pachete	2
7.1. Definirea pachetelor	3
7.1.1. Specificația pachetului	6
7.1.2. Corpul pachetului	6
7.1.3. Instantierea pachetului	7
7.2. Modificare,ștergerea și modificarea pachetelor	8
7.3. Pachete predefinite	11
7.3.1. Pachetul STANDARD	12
7.3.2. Pachetul DBMS_OUTPUT	13
7.3.3. Pachetul DBMS_JOB	13
7.3.4. Pachetul UTL_FILE	15
7.3.5. Pachetul DBMS_SQL	16
7.3.6. Pachetul DBMS_DDL	19
Bibliografie	22

7. PL/SQL – Pachete

- Un pachet (*package*) permite încapsularea într-o unitate logică a:
 - constantelor și variabilelor;
 - tipurilor și excepțiilor;
 - cursoarelor;
 - procedurilor și funcțiilor.
- Pachetele sunt:
 - unități de program compilate;
 - obiecte ale bazei de date care grupează tipuri, obiecte și subprograme *PL/SQL* având o legătură logică între ele.



Ce fel de subprograme integrăm într-un pachet?

Importanța pachetelor

- Atunci când este referențiat un pachet (atunci când este apelată pentru prima dată o construcție a pachetului), întregul pachet este încărcat în SGA (zona globală sistem) și este pregătit pentru execuție.
- Plasarea pachetului în SGA reprezintă avantajul vitezei de execuție, deoarece *server-ul* nu mai trebuie să aducă informația despre pachet de pe disc, aceasta fiind deja în memorie.
 - Apelurile ulterioare ale unor construcții din același pachet, nu solicită operații *I/O* de pe disc.
 - De aceea, ori de câte ori apare cazul unor proceduri și funcții înrudite care trebuie să fie executate împreună, este convenabil ca acestea să fie grupate într-un pachet stocat.
 - În memorie există o singură copie a unui pachet (pentru toți utilizatorii).
- Subprogramelor *overload* pot deveni stocate prin intermediul pachetelor.

Diferența față de subprograme

- Spre deosebire de subprograme, pachetele nu pot:
 - fi apelate;
 - transmite parametri;
 - fi imbricate.

7.1. Definirea pachetelor

- Un pachet conține două părți, fiecare fiind stocată separat în dicționarul datelor:
 - specificația (*package specification*)
 - este partea „vizibilă“ a pachetului, adică interfața cu aplicațiile sau cu alte unități program;
 - poate conține declarații de tipuri, constante, variabile, excepții, cursoare și subprograme (care vor fi vizibile altor aplicații);
 - se declară prima (înaintea corpului pachetului).
 - corpul (*package body*)
 - este partea „ascunsă“ a pachetului, mascată de restul aplicației;
 - conține codul care implementează obiectele definite în specificație (cursoarele și subprogramele) și, de asemenea, obiecte și declarații proprii;
 - poate conține obiecte publice (declarate în specificație) sau private (nu sunt declarate în specificație).

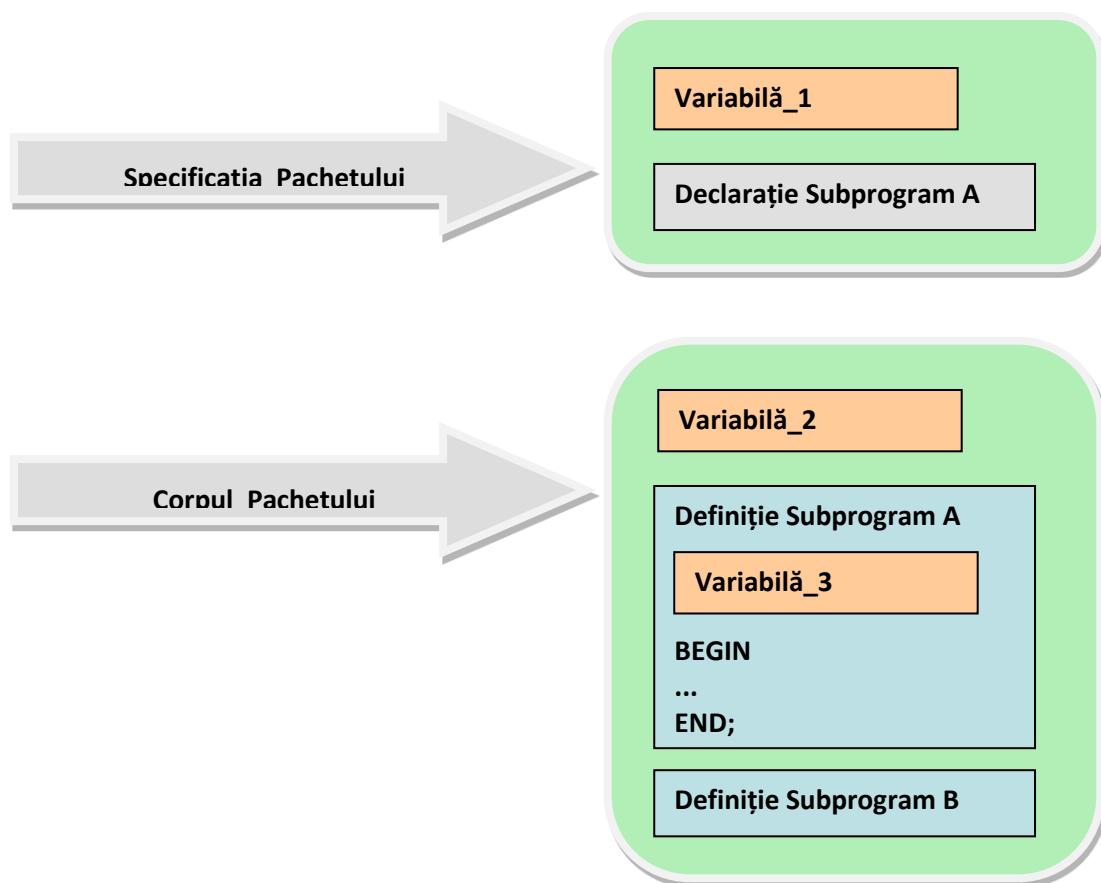


Fig. 7.1. Pachete PL/SQL

- Definirea unui pachet se realizează în două etape:
 - crearea specificației pachetului;
 - crearea corpului pachetului.



❖ Se pot defini pachete care cuprind doar partea de specificație?



❖ Se pot defini pachete care cuprind doar corpul pachetului?

❖ Ce situații impun definirea atât a specificației, cât și a corpului pachetului?



❖ Corpul pachetului poate fi schimbat fără a modifica specificația acestuia?



❖ Dacă specificația este schimbată, aceasta invalidează automat corpul pachetului, deoarece corpul depinde de specificație.



❖ Specificația și corpul pachetului sunt unități compilate separat.

❖ Corpul poate fi compilat doar după ce specificația a fost compilată cu succes.

- Pentru a crea un pachet în schema personală este necesar privilegiul sistem *CREATE PROCEDURE*, iar pentru a crea un pachet în altă schemă este necesar privilegiul sistem *CREATE ANY PROCEDURE*.
- Un pachet definit este disponibil pentru utilizatorul care l-a creat sau orice utilizator căruia i s-a acordat privilegiul *EXECUTE* asupra pachetului respectiv.

- Sintaxa:

```

CREATE PACKAGE nume_pachet
{IS | AS} - specificația pachetului
    -- declarații de tipuri și obiecte publice,
    -- specificații de cursoare și subprograme
END [nume_pachet];
/

CREATE PACKAGE BODY nume_pachet
{IS | AS} -- corpul pachetului
/* declarații de obiecte și tipuri private,
corpurile cursoarelor și subprogramelor precizate
în specificație */

[BEGIN
/* instrucțiuni de initializare, executate o singură
dată, atunci când pachetul este invocat prima
dată în sesiunea utilizatorului */
]

END [nume_pachet];
/

```

- Procesul de creare a specificației și corpului unui pachet urmează același algoritm ca cel întâlnit în crearea subprogramelor *PL/SQL* independente:
 - sunt verificate erorile sintactice și semantice, iar modulul este depus în dicționarul datelor;
 - sunt verificate instrucțiunile *SQL* individuale, adică dacă obiectele referite există și dacă utilizatorul le poate accesa;
 - sunt comparate declarațiile de subprograme din specificația pachetului cu cele din corpul pachetului (dacă au același număr și tip de parametri).
- Orice eroare detectată la compilarea specificației sau a corpului pachetului este marcată în dicționarul datelor.
- După ce specificația și corpul pachetului sunt compilate, acestea devin obiecte în schema curentă.
 - În vizualizarea *USER_OBJECTS* din dicționarul datelor, vor apărea două noi linii:

OBJECT_TYPE	OBJECT_NAME
PACKAGE	nume_pachet
PACKAGE BODY	nume_pachet

7.1.1. Specificația pachetului

- Specificația unui pachet cuprinde declararea procedurilor, funcțiilor, constantelor, variabilelor și excepțiilor care pot fi accesibile aplicațiilor, adică declararea obiectelor de tip *PUBLIC* din pachet.
 - Acestea pot fi utilizate în comenzi sau proceduri care nu aparțin pachetului.
 - Este necesar privilegiul *EXECUTE* asupra pachetului.
 - ◊ Variabilele declarate în specificația unui pachet sunt globale pachetului și sesiunii.
 - ◊ Acestea sunt inițializate (implicit) cu valoarea *NULL*, evident dacă nu este specificată explicit o altă valoare.
- Sintaxa:

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE [schema.]nume_pachet
  [AUTHID {CURRENT_USER | DEFINER}]
  {IS | AS}
  specificație_PL/SQL;
```

- *Specificație_PL/SQL* poate include declarații de tipuri, variabile, cursoare, excepții, funcții, proceduri etc.
 - În secțiunea declarativă, un obiect trebuie declarat înainte de a fi referit.
- Opțiunea *OR REPLACE* este specificată dacă există deja corpul pachetului.
- Clauzele *IS* și *AS* sunt echivalente, dar dacă se folosește *PROCEDURE BUILDER* este necesară opțiunea *IS*.
- Clauza *AUTHID* specifică faptul ca subprogramele pachetului se execută cu drepturile proprietarului (implicit) sau ale utilizatorului curent.
 - De asemenea, această clauză precizează dacă referințele la obiecte sunt rezolvate în schema proprietarului subprogramului sau a utilizatorului curent.

7.1.2. Corpul pachetului

- Corpul unui pachet conține codul *PL/SQL* pentru obiectele declarate în specificația acestuia și obiectele private pachetului.
- De asemenea, corpul poate include o secțiune declarativă în care sunt specificate definiții locale de tipuri, variabile, constante, proceduri și funcții locale.
 - Obiectele private sunt vizibile numai în interiorul corpului pachetului și pot fi accesate numai de către funcțiile și procedurile din pachetul respectiv.

- Corpul pachetului este opțional și nu este necesar să fie creat dacă specificația pachetului nu conține declarații de proceduri sau funcții.



- ❖ Ordinea în care subprogramele sunt definite în interiorul corpului pachetului este importantă.
- ❖ O variabilă trebuie declarată înainte de a fi referită de altă variabilă sau subprogram, iar un subprogram privat trebuie declarat sau definit înainte de a fi apelat de alte subprograme.

- Sintaxa:

```
CREATE [OR REPLACE] PACKAGE BODY [schema.]nume_pachet
{ IS | AS }
    corp_pachet;
```

7.1.3. Instanțierea pachetului

- Un pachet este instanțiat atunci când este apelat prima dată.
 - Pachetul este citit de pe disc, depus în memorie și este executat codul compilat al subprogramului apelat.
 - În acest moment, memoria este alocată tuturor variabilelor definite în pachet.
- În multe cazuri, atunci când pachetul este instanțiat prima dată într-o sesiune, sunt necesare anumite inițializări.
 - Aceasta se realizează prin adăugarea unei secțiuni de inițializare (optională) în corpul pachetului secțiune încadrată între cuvintele cheie *BEGIN* și *END*.
 - Secțiunea conține un cod de inițializare care este executat atunci când pachetul este invocat pentru prima dată.
- Referința la o declarație sau la un obiect specificat în pachet se face prefixând numele obiectului cu numele pachetului.
 - În corpul pachetului, obiectele din specificație sunt referite fără a specifica numele pachetului.

7.2. Modificarea, stergerea și utilizarea pachetelor

Modificarea pachetului

- Dacă se dorește modificarea sursei pachetului, atunci utilizatorul poate recrea pachetul (cu opțiunea *OR REPLACE*) pentru a-l înlocui pe cel existent.
 - ❖ Schimbarea corpului pachetului nu impune recompilarea construcțiilor dependente.
 - ❖ Schimbările în specificația pachetului necesită recompilarea fiecărui subprogram stocat care referențiază pachetul.
- Folosind comanda *ALTER PACKAGE* se pot recompile explicit specificația pachetului, corpul pachetului sau ambele module.
 - Recompilarea explicită elimină necesitatea recompilării implicită a pachetului la *run-time*.
 - Deoarece într-un pachet toate obiectele sunt stocate ca o unitate, comanda *ALTER PACKAGE* determină recompilarea tuturor obiectelor pachetului.
 - Dacă în timpul recompilării apar erori, atunci este întors un mesaj, iar pachetul devine invalid.
 - Pentru a consulta mesajele erorilor se poate utiliza comanda *SQL*Plus SHOW ERRORS*.



Funcțiile și procedurile dintr-un pachet nu pot fi recompilate individual folosind comenzile *ALTER FUNCTION* sau *ALTER PROCEDURE*.

- Sintaxa:

```
ALTER PACKAGE [schema.]nume_pachet
  COMPILE { PACKAGE | SPECIFICATION | BODY };
```

- Clauza *PACKAGE* determină recompilarea atât a specificației, cât și a corpului pachetului.
 - Este opțiune implicită.
- Clauza *SPECIFICATION* determină recompilarea specificației pachetului.
 - După modificarea specificației unui pachet se poate dori recompilarea acesteia, pentru a verifica dacă apar erori de compilare.

- Atunci când se recompilează specificația pachetului, baza de date invalidează orice obiect local care depinde de acea specificație (ca de exemplu, proceduri care invocă proceduri sau funcții din pachet).
- Corpul pachetului depinde de asemenea de specificație. În lipsa unei recomplări explicate, baza de date va recompile implicit obiectele dependente.
- Clauza *BODY* determină doar recomplarea corpului pachetului.
 - Recompilarea corpului pachetului nu invalidează obiectele care depind de specificație.

Stergerea pachetului

- Sintaxa:

```
DROP PACKAGE [BODY] [schema.]nume_pachet;
```

- Dacă în cadrul comenzi apare opțiunea *BODY*, atunci este șters doar corpul pachetului.
- Dacă se omite opțiunea *BODY*, atunci sunt șterse atât specificația, cât și corpul pachetului.
- Dacă pachetul este șters, toate obiectele dependente de acesta devin invalide. Dacă este șters numai corpul, toate obiectele dependente de acesta rămân valide. În schimb, nu pot fi apelate subprogramele declarate în specificația pachetului, până când nu este recreat corpul pachetului.
- Pentru ca un utilizator să poată șterge un pachet trebuie ca pachetul să aparțină schemei utilizatorului sau utilizatorul să posede privilegiul sistem *DROP ANY PROCEDURE*.

Utilizarea pachetului

- Se realizează în funcție de mediul (*SQL* sau *PL/SQL*) care solicită un obiect din pachetul respectiv.
 - Referirea unui obiect din pachet se realizează prefixând numele acestuia cu numele pachetului.
 - De exemplu, invocarea unei proceduri definite într-un pachet se realizează în:
 - *PLSQL/SQL*, prin comanda


```
nume_pachet.nume_procedură [(listă_argumete)];
```
 - *SQL*Plus*, prin comanda:


```
EXECUTE nume_pachet.nume_procedură [(listă_argumete)]
```

Exemplul 7.1 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.2 [- vezi curs](#)

Comenzile **LCD - COMMIT, ROLLBACK, SAVEPOINT**

-  ❖ Un *trigger* nu poate apela un subprogram care conține comenzi *COMMIT*, *ROLLBACK*, *SAVEPOINT*. Prin urmare, pentru flexibilitatea apelului de către *trigger*-i a subprogramelor conținute în pachete, niciun subprogram al pachetului nu trebuie să conțină aceste comenzi.
- ❖ Într-un pachet nu pot fi referite variabile gazdă.
- ❖ Într-un pachet sunt permise declarații *forward*.

Invalidarea modulelor **PL/SQL**

-  ❖ Dacă un subprogram independent apelează un subprogram definit într-un pachet, atunci apar următoarele situații:
 - atunci când corpul pachetului este modificat, dar specificația acestuia nu, subprogramul care referă o construcție a pachetului rămâne valid;
 - dacă specificația pachetului este modificată, atunci subprogramul care referă o construcție a pachetului, precum și corpul pachetului devin invalide.
- ❖ Dacă un subprogram independent referit de un pachet se modifică, atunci întregul corp al pachetului devine invalid, dar specificația pachetului rămâne validă.

Exemplul 7.3 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.4 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.5 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.6 [- vezi curs](#)

-  ❖ Un cursor declarat în specificația unui pachet este un tip de variabilă globală și respectă aceleași reguli privind persistența ca și celelalte variabile.
- ❖ Statusul unui cursor nu este definit de o singură valoare (ca în cazul variabilelor), ci din următoarele atrbute:
 - *%ISOPEN* (dacă este deschis sau închis);
 - *%ROWCOUNT* (dacă este deschis, numărul de linii încărcate);
 - *%FOUND* sau *%NOTFOUND* (dacă ultimul *FETCH* a avut succes).

7.3. Pachete predefinite

- *PL/SQL* conține o serie de pachete predefinite utile în dezvoltarea aplicațiilor.
- Pachetele predefinite adaugă noi funcționalități limbajului, protocoale de comunicație, acces la fișierele sistemului etc.
- Exemple de pachete predefinite:
 - *STANDARD*
 - definește mediul *PL/SQL*
 - conține funcțiile predefinite
 - *DBMS_STANDARD*
 - facilități ale limbajului utile pentru interacțiunea aplicației cu *server-ul Oracle*
 - *DBMS_OUTPUT*
 - permite afișarea de informații
 - *DBMS_DDL*
 - permite accesarea anumitor comenzi *LDD* din *PL/SQL*; în plus, oferă operații speciale de administrare
 - *DBMS_JOB*
 - permite planificarea și gestiunea *job-urilor*
 - *DBMS_SQL*
 - oferă o interfață pentru a putea utiliza *SQL* dinamic
 - *DBMS_PIPE*
 - permite operații de comunicare între două sau mai multe sesiuni conectate la aceeași instanță *Oracle*
 - *DBMS_LOCK*
 - este utilizat pentru a cere, a modifica sau a elibera blocările din baza de date
 - permite folosirea exclusivă sau partajată a unei resurse
 - *DBMS_MVIEW / DBMS_SNAPSHOT*
 - permite exploatarea vizualizărilor materializate
 - *DBMS_UTILITY*
 - oferă utilități *DBA*, permite analiza obiectelor unei scheme, verifică dacă *server-ul* lucrează în mod paralel etc.
 - *DBMS_LOB*
 - oferă mecanisme de acces și prelucrare a datelor de tip *LOB*
 - permite compararea datelor de tip *LOB*, adăugarea de date la un *LOB*, copierea datelor dintr-un *LOB* în altul, ștergerea unor porțiuni din date *LOB*, deschiderea, închiderea și regăsirea de informații din date *BFILE* etc.

- *UTL_FILE*
 - permite citirea/scrierea din/în fișierele text ale sistemului de operare
- *UTL_MAIL*
 - permite crearea și trimitera unui *e-mail*
- *UTL_HTTP*
 - permite utilizarea protocolului *HTTP* pentru a accesa date de pe *Internet*
- *UTL_TCP*
 - permite aplicațiilor *PL/SQL* să comunice cu *server-e* externe utilizând protocolul *TCP/IP*

7.3.1. Pachetul *STANDARD*

- Este un pachet predefinit fundamental în care se declară tipurile, excepțiile, subprogramele care sunt utilizabile automat în programele *PL/SQL*.
- Conține funcțiile predefinite (de exemplu, *UPPER*, *ABS*, *TO_CHAR* etc.).
- Conținutul acestui pachet este vizibil tuturor aplicațiilor.
- Pentru referirea componentelor acestui pachet nu trebuie utilizată prefixarea cu numele pachetului.

Exemplul 7.7 - vezi explicații curs

```
SELECT STANDARD.ABS (-1), ABS (-1)
FROM   DUAL;
```



- ❖ Se pot defini funcții cu același nume ca și cele predefinite?
- ❖ Funcția din exemplul 7.8 se poate defini?

Exemplul 7.8 - vezi explicații curs

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION ABS (x NUMBER)
RETURN VARCHAR2
IS
BEGIN
  IF X<0 THEN RETURN 'Rezultatul intors este: '||-1*X;
  ELSE    RETURN 'Rezultatul intors este: '||X;
  END IF;
END;
/
SELECT ABS (-1)
FROM   DUAL;
```

7.3.2. Pachetul ***DBMS_OUTPUT***

- Trimit mesaje text dintr-un bloc *PL/SQL* într-o zonă privată de memorie, din care mesajele pot fi afișate pe ecran.
- Pachetul este utilizat preponderent:
 - în timpul testării și depanării programelor;
 - pentru a afișa mesaje și rapoarte în *SQL*DBA* sau *SQL*Plus*;
 - pentru a urmări pașii de execuție a unui program.
- Subprograme definite în pachet:
 - *PUT* – depune text în *buffer* (pe o singură linie);
 - *NEW_LINE* – trimit conținutul *buffer*-ului pe ecran (adaugă în *buffer* un sfârșit de linie);
 - *PUT_LINE* – depune text în *buffer* (*PUT*) și trimit conținutul *buffer*-ului pe ecran (*NEW_LINE*);
 - *GET_LINE* – citește din *buffer* o singură linie;
 - *GET_LINES* – citește din *buffer* mai multe linii (le depune într-o colecție);
 - *DISABLE* – dezactivează apelurile procedurilor *PUT*, *NEW_LINE*, *PUT_LINE*, *GET_LINE*, *GET_LINES* și elimină informația depusă în *buffer*;
 - *ENABLE* – activează apelurile procedurilor *PUT*, *NEW_LINE*, *PUT_LINE*, *GET_LINE*, *GET_LINES* și permite specificarea dimensiunii *buffer*-ului.

Exemplul 7.9 **- vezi curs**

Exemplul 7.10 **- vezi curs**

Exemplul 7.11 **- vezi curs**

7.3.3. Pachetul ***DBMS_JOB***

- Pachetul *DBMS_JOB* este utilizat pentru planificarea programelor *PL/SQL* în vederea execuției.
- Cu ajutorul acestui pachet:
 - se pot executa programe *PL/SQL* la momente determinate de timp;
 - se pot șterge sau suspenda programe din lista de planificări în vederea execuției;
 - se pot rula programe de întreținere a sistemului în perioadele de timp în care acesta este mai puțin solicitat (de exemplu, noaptea) etc.

- Subprograme definite în pachet:
 - *SUBMIT* – adaugă un nou *job* în coada de aşteptare;
 - *REMOVE* – șterge un *job* specificat din coada de aşteptare;
 - *RUN* – execută imediat un *job* specificat;
 - *BROKEN* – dezactivează execuția unui *job* și îl setează *broken* (implicit, orice *job* este *not broken*, iar un *job* marcat *broken* nu se execută);
 - *WHAT* – descrie un *job* specificat;
 - *NEXT_DATE* – specifică momentul următoarei execuții a unui *job*;
 - *INTERVAL* – specifică intervalul de timp scurs dintre două execuții consecutive ale unui *job*;
 - *CHANGE* – modifică argumentele *WHAT*, *NEXT_DATE*, *INTERVAL*.
- Fiecare dintre subprogramele pachetului are argumente specifice.
 - Procedura *SUBMIT* are ca argumente:
 - *JOB* – de tip *OUT*, un identificator pentru *job* (*BINARY_INTEGER*);
 - *WHAT* – de tip *IN*, codul *PL/SQL* care va fi executat ca un *job* (*VARCHAR2*);
 - *NEXT_DATE* – de tip *IN*, data următoarei execuții a *job*-ului (implicit este *SYSDATE*);
 - *INTERVAL* – de tip *IN*, funcție care furnizează intervalul dintre execuțiile *job*-ului (*VARCHAR2*, implicit este *null*);
 - *NO_PARSE* – de tip *IN*, variabilă logică care indică dacă *job*-ul trebuie analizat gramatical (*BOOLEAN*, implicit este *FALSE*).

Exemplul 7.12 – vezi curs

- Vizualizarea *DBA_JOBS* din dicționarul datelor furnizează informații referitoare la starea tuturor *job*-urilor din coada de aşteptare.
- Vizualizarea *DBA_JOBS_RUNNING* conține informații despre *job*-urile care sunt în curs de execuție.

Exemplul 7.13

```
SELECT JOB, LOG_USER, NEXT_DATE, BROKEN, WHAT
FROM DBA_JOBS;
```

```
SELECT *
FROM DBA_JOBS_RUNNING;
```

7.3.4. Pachetul *UTL_FILE*

- Pachetul *UTL_FILE* permite programului *PL/SQL* scrierea în fișiere text definite la nivelul sistemului de operare, respectiv citirea din aceste fișiere.
- Tipuri de date definite pachetul *UTL_FILE*
 - o *FILE_TYPE*
 - Specificația tipului:

```
TYPE file_type IS RECORD (
    id      BINARY_INTEGER,
    datatype BINARY_INTEGER);
```
- Subprograme definite în pachetul *UTL_FILE*
 - o funcții
 - *FOPEN*
 - Deschide un fișier și întoarce un *handler* care va fi utilizat în următoarele operații *I/O*.
 - Specificația funcției:

```
UTL_FILE.FOPEN (
    location      IN VARCHAR2,
    filename      IN VARCHAR2,
    open_mode     IN VARCHAR2,
    max_linesize IN BINARY_INTEGER DEFAULT 1024)
RETURN file_type;
```

 - Parametrul *open_mode* este un string care specifică pentru ce operații a fost deschis fișierul: r (*read text*), w (*write text*), a (*append text*), rb (*read byte mode*), wb (*write byte mode*) sau ab (*append byte mode*).
 - *IS_OPEN*
 - Întoarce valoarea *TRUE* dacă fișierul este deschis, altfel întoarce *FALSE*.
 - Specificația funcției:

```
UTL_FILE.IS_OPEN(file IN FILE_TYPE)
RETURN BOOLEAN;
```
 - o proceduri
 - *GET_LINE*
 - Citește o linie din fișierul deschis pentru citire și o plasează într-un *buffer* de tip șir de caractere.
 - *PUT și PUT_LINE*
 - Permit scrierea textului din *buffer* în fișierul deschis pentru scriere sau adăugare.

- *PUTF*
 - Este asemănătoare funcției *printf()*.
 - Este o procedură *PUT* cu format.
- *NEW_LINE*
 - Scrie în fișier un caracter sfârșit de linie specific fișierelor sistemului de operare.
- *FCLOSE*
 - Închide un fișier
- *FCLOSEALL*
 - Închide toate *handler*-urile fișierului deschis.
- Utilizarea componentelor acestui pachet pentru procesarea fișierelor sistemului de operare poate declanșa excepții, printre care:
 - *INVALID_PATH* – numele sau locația fișierului sunt invalide;
 - *INVALID_MODE* – parametrul *OPEN_MODE* (prin care se specifică dacă fișierul este deschis pentru citire, scriere, adăugare) este invalid;
 - *INVALID_FILEHANDLE* – *handler*-ul de fișier obținut în urma deschiderii este invalid;
 - *INVALID_OPERATION* – operație invalidă asupra fișierului;
 - *READ_ERROR* – o eroare a sistemului de operare a apărut în timpul operației de citire;
 - *WRITE_ERROR* – o eroare a sistemului de operare a apărut în timpul operației de scriere;
 - *INTERNAL_ERROR* – o eroare nespecificată a apărut în *PL/SQL*.

Exemplul 7.14 - vezi curs

7.3.5. Pachetul **DBMS_SQL**

- Permite utilizarea dinamică a comenziilor *SQL* în proceduri stocate sau în blocuri anonime.
 - Comenziile dinamice nu sunt încorporate în programul sursă, ci sunt depuse în siruri de caractere.
- O comandă *SQL* dinamică este o instrucțiune *SQL* care conține variabile ce se pot schimba în timpul execuției.
 - De exemplu, pot fi utilizate instrucțiuni *SQL* dinamice pentru:
 - a crea o procedură care operează asupra unui tabel al cărui nume nu este cunoscut decât în momentul execuției;

- a scrie și executa o comandă *LDD*;
- a scrie și executa o comandă *GRANT*, *ALTER SESSION* etc.



- ❖ În *PL/SQL* comenzi date ca exemplu anterior nu pot fi executate static.
 - ❖ Pachetul *DBMS_SQL* permite, de exemplu, ca într-o procedură stocată să fie utilizată o comandă *DROP TABLE*.
 - ❖ Utilizarea pachetului *DBMS_SQL* pentru a executa comenzi *LDD* poate genera interblocări. De exemplu, pachetul este utilizat pentru a șterge o procedură care însă este utilizată.
 - ❖ *SQL* dinamic suportă toate tipurile de date *SQL*, dar nu suportă tipurile de date specifice *PL/SQL*.
- Orice comandă *SQL* trebuie să treacă prin anumite etape (unele putând fi evitate):
 - analizarea sintactică;
 - validarea;
 - asigurarea că toate referințele la obiecte sunt corecte;
 - asigurarea că există privilegiile referitoare la acele obiecte (*parse*);
 - obținerea de valori pentru variabilele de legătură din comanda (*binding variables*);
 - executarea comenzi (*execute*);
 - selectarea linilor rezultatului;
 - încărcarea liniilor rezultatului (*fetch*).
 - Dintre subprogramele pachetului *DBMS_SQL*, care permit implementarea etapelor amintite anterior, se remarcă:
 - *OPEN_CURSOR* (deschide un nou cursor, adică se stabilește o zonă de memorie în care este procesată comanda *SQL*);
 - *PARSE* (stabilește validitatea comenzi *SQL*, adică se verifică sintaxa instrucțiunii și se asociază cursorului deschis);
 - *BIND_VARIABLE* (leagă valoarea dată de variabila corespunzătoare din comanda *SQL* analizată)
 - *EXECUTE* (execută comanda *SQL* și întoarce numărul de linii procesate);
 - *FETCH_ROWS* (regăsește o linie pentru un cursor specificat, iar pentru mai multe linii folosește un *LOOP*);
 - *CLOSE_CURSOR* (închide cursorul specificat).

Exemplul 7.15 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.16 [- vezi curs](#)

SQL Dinamic nativ

- Comanda de bază utilizată pentru procesarea dinamică nativă a comenziilor *SQL* și a blocurilor *PL/SQL* este *EXECUTE IMMEDIATE*, care are următoarea sintaxă:

```
EXECUTE IMMEDIATE sir_dinamic
[[BULK COLLECT] INTO {def_variabila [, def_variabila ...] |  

record} ]
[USING [IN | OUT | IN OUT] argument_bind
[, [IN | OUT | IN OUT] argument_bind ...] ]
[ {RETURNING | RETURN}
[BULK COLLECT] INTO argument_bind [, argument_bind ...] ];
```

- *sir_dinamic* este un sir de caractere care reprezintă o comandă *SQL* (fără caracter de terminare “;”) sau un bloc *PL/SQL* (fără caracter de terminare “/”).
- *def_variabila* reprezintă variabila în care se stochează valoarea coloanei selectate.
- *record* reprezintă înregistrarea în care se depune o linie selectată.
- *argument_bind*, dacă se referă la valori de intrare (*IN*) este o expresie (comandă *SQL* sau bloc *PL/SQL*), iar dacă se referă la valori de ieșire (*OUT*) este o variabilă ce va conține valoarea selectată de comanda *SQL* sau de blocul *PL/SQL*.
- Clauza *INTO* este folosită pentru cereri care întorc o singură linie, iar clauza *USING* pentru a reține argumentele de legătură.
- Pentru procesarea unei cereri care întoarce mai multe linii sunt necesare instrucțiunile *OPEN...FOR*, *FETCH* și *CLOSE*.
- Prin clauza *RETURNING* sunt precizate variabilele care conțin rezultatele.

Exemplul 7.17 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.18 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.19 [- vezi curs](#)

Exemplul 7.20 [- vezi curs](#)

SQL Dinamic nativ versus pachetul DBMS_SQL

- Pentru execuția dinamică a comenziilor *SQL* în *PL/SQL* există două tehnici:
 - utilizarea pachetului *DBMS_SQL*;
 - *SQL* dinamic nativ.
- Dacă s-ar face o comparație între *SQL* dinamic nativ și funcționalitatea pachetului *DBMS_SQL*, se poate sublinia că *SQL* dinamic nativ:
 - este mai ușor de utilizat;
 - solicită mai puțin cod;
 - este mai rapid;
 - poate încărca liniile direct în înregistrări *PL/SQL*;
 - suportă toate tipurile acceptate de *SQL* static în *PL/SQL*, inclusiv tipuri definite de utilizator.
- Față de *SQL* dinamic nativ pachetul *DBMS_SQL*:
 - suportă comenzi *SQL* mai mari de 32 KB;
 - permite încărcarea înregistrărilor (procedura *FETCH_ROWS*);
 - acceptă comenzi cu clauza *RETURNING* pentru reactualizarea și ștergerea de linii multiple;
 - suportă posibilitățile oferite de comanda *DESCRIBE* (procedura *DESCRIBE_COLUMNS*);
 - analizează validitatea unei comenzi *SQL* o singură dată (procedura *PARSE*), permitând ulterior mai multe utilizări ale comenzi pentru diferite mulțimi de argumente.

7.3.6. Pachetul DBMS_DDL

- Permite accesul la anumite comenzi *LDD* care pot fi folosite în subprograme *PL/SQL* stocate.
 - De exemplu, prin intermediul acestui pachet pot utilizați în *PL/SQL* comenziile *ALTER* sau *ANALYZE*.

Procedura ALTER_COMPILE

- Permite recompilarea programului modificat (procedură, funcție, declanșator, pachet, corp pachet).

- Sintaxa

```
ALTER_COMPILE (tip_object, nume_schema, nume_object);
```

- Instrucțiune echivalentă *SQL*

```
ALTER PROCEDURE | FUNCTION | PACKAGE [nume_schema.]nume  
COMPILE [ PACKAGE | SPECIFICATION | BODY ];
```

Vezi Curs SGBD6 PL/SQL - Exemplul 6.19 (recompilare subprograme invalide)

Procedura *ANALYZE_OBJECT*

- Permite colectarea statisticilor pentru obiecte de tip *table*, *cluster* sau *index* care vor fi utilizate pentru optimizarea planului de execuție a comenziilor *SQL* care accesează obiectele analizate.
 - De exemplu, despre un tabel se pot obține următoarele informații: numărul de linii, numărul de blocuri, lungimea medie a unei linii, numărul de valori distincte ale unei coloane, numărul elementelor *null* dintr-o coloană, distribuția datelor (histograma) etc.

- Sintaxa

```
ANALYZE_OBJECT (tip_object, nume_schema, nume_object,  
metoda, număr_linii_estimate, procent, opțiune_metoda,  
nume_partiție);
```

- *Metoda* poate fi *COMPUTE*, *ESTIMATE* sau *DELETE*.
 - *DELETE* determină ștergerea statisticilor din dicționarul datelor referitoare la obiectul analizat.
 - *COMPUTE* calculează statisticile referitoare la un obiect analizat și le depune în dicționarul datelor.
 - *ESTIMATE* estimatează statistici.
- Dacă *nume_schema* este *null*, atunci se presupune că este vorba de schema curentă.
- Dacă *tip_object* este diferit de *table*, *index* sau *cluster*, se declanșează o eroare.
- Parametrul *procent* reprezintă procentajul liniilor de estimat și este ignorat dacă este specificat numărul liniilor de estimat (*număr_linii_estimate*). Implicit, ultimele patru argumente ale procedurii au valoarea *null*.
- Argumentul *opțiune_metoda* poate avea forma:

```
[FOR TABLE] [FOR ALL INDEXES]  
[FOR ALL [INDEXED] COLUMNS] [SIZE n]
```

- Pentru metoda *ESTIMATE* trebuie să fie prezentă una dintre aceste opțiuni.
- Instrucțiune echivalentă *SQL*

```
ANALYZE TABLE | CLUSTER | INDEX  
[nume_schema.]nume_object [metoda]  
    STATISTICS [SAMPLE n] [ROWS | PERCENT]
```

Exemplul 7.21 - **vezi curs**

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
4. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)

CUPRINS

8. PL/SQL – Trigger-i	2
8.1. Trigger-i LMD	5
8.1.1. Trigger-i LMD la nivel de comandă	7
8.1.2. Trigger-i LMD la nivel de linie	7
8.1.3. Ordinea de execuție a trigger-ilor LMD	8
8.1.4. Predicate condiționale	11
8.2. Trigger-i INSTEAD OF	12
8.3. Trigger-i sistem	13
8.3.1. Trigger-i pentru comenzi LDD	14
8.3.2. Trigger-i pentru evenimente sistem	14
8.4. Modificarea și ștergerea trigger-ilor	15
8.5. Informații despre trigger-i	16
8.6. Privilegii sistem	17
8.7. Tabele <i>mutating</i>	18
Bibliografie	19

8. PL/SQL – Trigger-i

- Un *trigger* (declanșator) este un bloc *PL/SQL* cu nume, stocat în baza de date (independent), care se execută automat ori de câte ori are loc evenimentul „declanșator“ de care este asociat.
- Evenimentul declanșator poate consta din:
 - modificarea unui tabel sau a unei vizualizări;
 - acțiuni sistem;
 - acțiuni utilizator.
- Un *trigger* poate fi asociat cu un eveniment care are loc asupra unui tabel, unei vizualizări, unei scheme sau unei baze de date.



❖ Față de subprogramele stocate *trigger-ii*:

- pot fi activați sau dezactivați;
 - nu pot fi invocați explicit;
 - nu pot conține comenzi *LCD COMMIT, SAVEPOINT* sau *ROLLBACK*.
- ❖ Un *trigger* activ (*enable*) va fi invocat automat de către sistem ori de câte ori are loc evenimentul asociat acestuia.
- ❖ Un *trigger* dezactivat (*disable*) nu va fi declanșat, chiar dacă evenimentul asociat are loc.



În mod asemănător pachetelor, *trigger-i* nu pot fi definiți local în blocuri *PL/SQL* sau pachete.



- ❖ Ca și în cazul subprogramelor independente sau al pachetelor, atunci când un *trigger* este depus în dicționarul datelor alături de codul sursă este depusă și și forma compilată (*p-codul*).
- ❖ Dacă *trigger-ul* este valid, atunci va fi apelat fără recomplilare.
- ❖ *Trigger-ii* pot fi invalidați în aceeași manieră ca pachetele și subprogramele. Dacă *trigger-ul* este invalidat, acesta va fi recompliat la următoarea activare.



Când utilizăm *trigger-i*?

Atunci când dorim ca efectuarea unei anumite operații să implice întotdeauna execuția unor acțiuni asociate.



- ❖ Nu trebuie definiți *trigger-i* care duplică sau înlocuiesc acțiuni ce pot fi implementate mai simplu. De exemplu, nu are sens să fie definiți *trigger-i* care să implementeze regulile de integritate ce pot fi definite prin constrângeri declarative.
- ❖ Utilizarea excesivă a *trigger-ilor* poate determina interdependențe complexe ce pot fi dificil de menținut.
- ❖ Atunci când sunt definiți *trigger-i* trebuie să se țină cont de recursivitate și de efectele în cascadă.
- *Trigger-ii* pot fi definiți la nivel de:
 - aplicație (*application triggers*);
 - bază de date (*database triggers*).

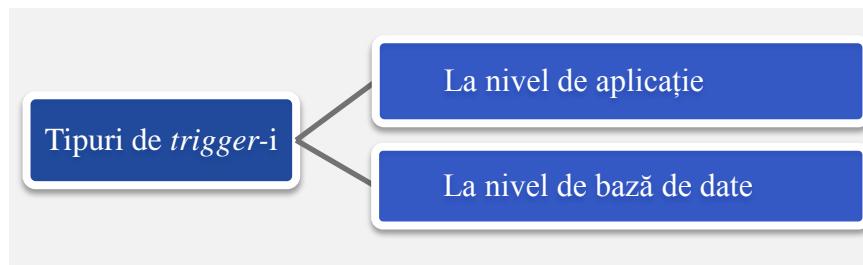


Fig. 8.1. Tipuri de *trigger-i*

Trigger-i aplicație

- Se pot executa automat ori de câte ori apare un anumit eveniment într-o aplicație (de exemplu, o aplicație dezvoltată cu *Developer Suite*).
 - *Form Builder* (utilitar *Developer Suite*) utilizează frecvent acest tip de *trigger-i* (*form builder triggers*). Aceștia pot fi declanșați prin apăsarea unui buton, prin navigarea pe un numit câmp etc.

Trigger-i bază de date

- Se pot executa automat ori de câte ori are loc:
 - o comandă *LMD* asupra datelor unui tabel;
 - o comandă *LMD* asupra datelor unei vizualizări;
 - o comandă *LDD* (*CREATE*, *ALTER*, *DROP*) referitoare la anumite obiecte ale schemei sau ale bazei de date;
 - un eveniment sistem (*SHUTDOWN*, *STARTUP*);

- o acțiune a utilizatorului (*LOGON*, *LOGOFF*);
- o eroare (*SERVERERROR*, *SUSPEND*).

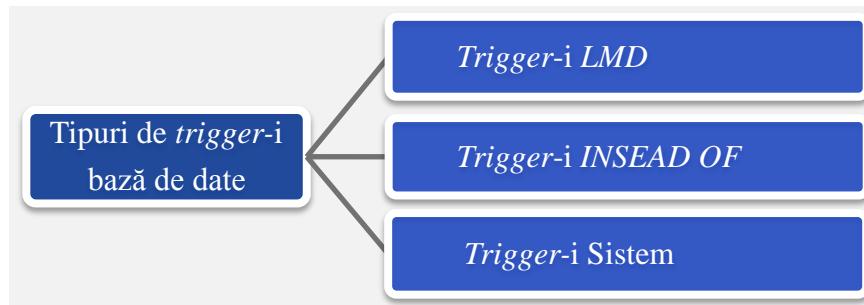


Fig. 8.2. Tipuri de trigger-i bază de date

- *Trigger-ii* bază de date sunt de trei tipuri:
 - *trigger-i LMD*
 - sunt activați de comenzi *LMD* (*INSERT*, *UPDATE* sau *DELETE*) executate asupra unui tabel al bazei de date
 - *trigger-i INSTEAD OF*
 - sunt activați de comenzi *LMD* executate asupra unei vizualizări (relaționale sau obiect)
 - *trigger-i* sistem
 - sunt activați de un eveniment sistem (oprirea sau pornirea bazei), de comenzi *LDD* (*CREATE*, *ALTER*, *DROP*), de conectarea/deconectarea unui utilizator
 - sunt definiți la nivel de schemă sau la nivel de bază de date
- !**
- ❖ *Trigger-ii* asociați unui tabel vor acționa indiferent de aplicația care a efectuat operația *LMD*.
 - ❖ Dacă operația *LMD* se referă la o vizualizare, *trigger-ul INSTEAD OF* definește acțiunile care vor avea loc, iar dacă aceste acțiuni includ comenzi *LMD* referitoare la tabele, atunci *trigger-ii* asociați acestor tabele sunt și ei, la rândul lor, activați.
 - ❖ *Trigger-ii* asociați unei baze de date se declanșează pentru fiecare eveniment, pentru toți utilizatorii.
 - ❖ *Trigger-ii* asociați unei scheme sau unui tabel se declanșează numai dacă evenimentul declanșator implică acea schemă sau acel tabel.



În acest capitol se face referire doar la *trigger-ii* bază de date.

8.1. Trigger-i LMD

- Sunt activați de comenzi *LMD* (*INSERT*, *UPDATE* sau *DELETE*) executate asupra unui tabel al bazei de date.
- În comanda de creare a unui *trigger* pot fi precizate mai multe comenzi declanșatoare diferite, dar care se execută asupra unui singur tabel.
- Sintaxa:

```

CREATE [OR REPLACE] TRIGGER [schema.]nume_trigger
--momentul când este declanșat
{ BEFORE | AFTER }
--comanda/comenzile care îl declanșează
{ DELETE|INSERT|UPDATE [OF coloana[, coloana ...] ] }
[OR {DELETE|INSERT|UPDATE [OF coloana[, coloana ...] ] ...}]
ON [schema.]nume_tabel

[REFERENCING {OLD [AS] vechi NEW [AS] nou
              | NEW [AS] nou OLD [AS] vechi } ]
[FOR EACH ROW]
[WHEN (condiție) ]

        corp_trigger (Bloc anonim PL/SQL sau comanda CALL);
    
```

- Numele *trigger*-ului:
 - trebuie să fie unic printre numele *trigger*-ilor din cadrul aceleiași scheme;
 - poate să coincidă cu numele altor obiecte ale schemei în care este definit (de exemplu, tabele, vizualizări sau proceduri).
- Momentul declanșării *trigger*-ului:
 - rezintă momentul în care va fi executat corpul *trigger*-ului;
 - poate fi înainte (*BEFORE*) sau după (*AFTER*) comanda declanșatoare;
- Comanda declanșatoare:
 - poate fi specificată o singură comandă *LMD* (*INSERT*, *DELETE* sau *UPDATE*) sau o combinație disjunctivă celor trei comenzi *LMD* (folosind operatorul logic *OR*);
 - poate fi urmată de o enumerare a coloanele a căror actualizare va declanșa *trigger*-ul (comanda declanșatoare este un *UPDATE*).

- Tabelul asupra căruia este executată comanda declanșatoare poate fi:
 - un tabel (*table*);
 - un tablou imbricat (*nested table*).
- Valorile coloanelor înainte și după modificarea unei linii:
 - Înainte de modificare valoarea unei coloane este referită prin atributul *OLD*, iar după modificare este referită prin atributul *NEW*.
 - În interiorul blocului *PL/SQL*, coloanele prefixate prin *OLD* sau *NEW* sunt considerate variabile externe, deci trebuie prefixate cu ":".
- Clauza *REFERENCING* permite redenumirea atributelor *NEW* și *OLD*.
- Clauza *FOR EACH ROW* declară un *trigger* la nivel de linie:
 - Lipsa acestei clauze determină definirea unui *trigger* la nivel de instrucție.
- Clauza *WHEN* precizează o expresie *booleană* care este verificată pentru fiecare linie corespunzătoare din tabel.
 - Este valabilă doar pentru *trigger*-ii la nivel de linie.
- Corpul *trigger*-ului
 - nu poate depăși 32KB;
 - pentru a evita depășirea dimensiunii maxime se pot defini proceduri stocate ce pot fi invocate din corpul *trigger*-ului;
 - poate consta dintr-un bloc *PL/SQL*;
 - poate consta dintr-o singură comandă *CALL*;
 - comanda *CALL* poate apela un subprogram *PL/SQL* stocat, o rutină *C* sau o metodă *Java*;
 - în acest caz, comanda *CALL* nu poate conține clauza *INTO* care este specifică funcțiilor;
 - pentru a referi coloanele tabelului asociat *trigger*-ului, acestea trebuie prefixate de atributele *:NEW* sau *:OLD*;
 - în expresia parametrilor nu pot să apară variabile *bind*.



- ❖ Un *trigger* poate activa alt *trigger*, iar acesta la rândul său poate activa alt *trigger* etc (*trigger*-i în cascadă).
- ❖ Sistemul permite maximum 32 de *trigger*-i în cascadă.
- ❖ Numărul acestora poate fi limitat (utilizând parametrul de inițializare *OPEN_CURSORS*), deoarece pentru fiecare execuție a unui *trigger* trebuie deschis un nou cursor.

- Trigger-ii LMD pot fi:
 - la nivel de comandă (*statement level trigger*);
 - la nivel de linie (*row level trigger*).

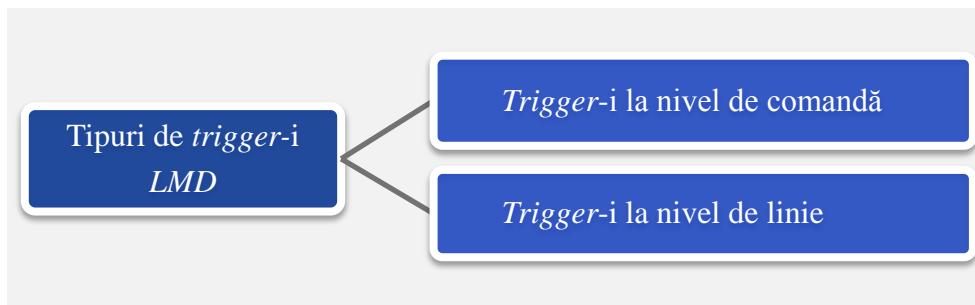


Fig. 8.3. Tipuri de trigger-i LMD

8.1.1. Trigger-i LMD la nivel de comandă

- Sunt execuți o singură dată pentru comanda declanșatoare, indiferent de numărul de linii afectate (chiar dacă nicio linie nu este afectată).
- Sunt utilizați atunci când acțiunea *trigger*-ului nu depinde de informațiile menținute în liniile afectate de comandă.

Exemplul 8.1 – **vezi curs**

Exemplul 8.2 – **vezi curs**

8.1.2. Trigger-i LMD la nivel de linie

- Sunt creați atunci când în comanda *CREATE TRIGGER* este precizată clauza *FOR EACH ROW*.
 - Lipsa acestei clauze determină definirea unui *trigger* la nivel de instrucțiune.
- Sunt execuți pentru fiecare linie afectată de instrucțiunea declanșatoare.
 - Dacă instrucțiunea declanșatoare nu afectează nicio linie, atunci nu sunt execuți.
- Restricțiile acestor tipuri de trigger-i pot fi specificate în clauza *WHEN* (printr-o expresie *booleană*).
 - Expressia *booleană* este evaluată de *trigger* pentru fiecare linie afectată de comanda declanșatoare.
 - *Trigger*-ul este executat pentru o anumită linie, doar dacă expresia este adevărată pentru acea linie.
 - În expresia *booleană* nu sunt permise funcții definite de utilizator sau subcereri *SQL*.



- ❖ Trigger-ii la nivel linie nu sunt performanți dacă se fac frecvent reactualizări pe tabele de dimensiuni foarte mari.

Exemplul 8.3 – **vezi curs**

- Accesul la vechile, respectiv noile valori ale coloanelor liniei curente, afectată de evenimentul ce a declanșat trigger-ul, se realizează prin:
 - OLD.numă_colonă
 - NEW.numă_colonă
- !
 - ❖ În interiorul blocului *PL/SQL*, coloanele tabelului prefixate cu *OLD* sau *NEW* sunt considerate variabile externe și deci, trebuie precedate de caracterul „:“.
 - ❖ În expresia *booleană* din clauza *WHEN* nu trebuie utilizată prefixarea cu „:“ pentru *OLD* sau *NEW*.
- În cazul celor trei comenzi *LMD*, aceste valori devin:

COMANDA	NEW.numă_colonă	OLD.numă_colonă
INSERT	nouă valoare	null
DELETE	null	vechea valoare
UPDATE	nouă valoare	vechea valoare

Exemplul 8.4 – **vezi curs**

8.1.3. Ordinea de execuție a trigger-ilor LMD

- *PL/SQL* permite definirea a 12 tipuri de trigger-i *LMD* care sunt obținuți prin combinarea proprietăților ce pot fi specificate în comanda de definire a acestora:
 - momentul declanșării (*BEFORE* sau *AFTER*);
 - nivelul la care acționează (nivel comandă sau nivel linie – *FOR EACH ROW*);
 - comanda declanșatoare (*INSERT*, *UPDATE* sau *DELETE*).
- !
 - ❖ De exemplu, un trigger *BEFORE INSERT* acționează o singură dată, înaintea execuției unei instrucțiuni *INSERT*, iar un trigger *BEFORE INSERT FOR EACH ROW* acționează înainte de inserarea fiecărei noi înregistrări.

- O comandă declanșatoare sau o comandă din corpul unui *trigger* poate determina verificarea mai multor constrângeri de integritate. De asemenea, *trigger*-ii pot conține comenzi care pot determina declanșarea altor *trigger*-i (*trigger*-i în cascadă).
- Pentru a menține o secvență adecvată de declanșare a *trigger*-ilor și de verificare a constrângерilor de integritate, sistemul *Oracle* utilizează următorul model de execuție a *trigger*-lor *LMD* multipli:
 1. Se execută toți *trigger*-ii *BEFORE* comandă care sunt declanșați de comanda *LMD*.
 2. Pentru fiecare linie afectată de comanda *LMD*:
 - 2.1. se execută toți *trigger*-ii *BEFORE* linie care sunt declanșați de comanda *LMD*;
 - 2.2. se blochează și se modifică linia afectată de comanda *LMD* (se rulează comanda *LMD*); se verifică constrângările de integritate (blocarea rămâne valabilă până în momentul în care tranzacția este permanentizată);
 - 2.3. se execută toți *trigger*-ii *AFTER* linie care sunt declanșați de comanda *LMD*.
 3. Se execută toți *trigger*-ii *AFTER* comandă care sunt declanșați de comanda *LMD*.
- Definiția modelului de execuție este recursivă.
 - De exemplu, o comandă *SQL* poate determina execuția unui *trigger BEFORE* linie și verificarea unei constrângeri de integritate. Acel *trigger BEFORE* linie poate realiza o actualizare (*UPDATE*) care la rândul său determină verificarea unei constrângeri de integritate și execuția unui *trigger AFTER* comandă. *Trigger*-ul *AFTER* comandă determină la rândul său o verificare a unei constrângeri de integritate.
 - În acest caz, modelul de execuție rulează pașii recursiv, după cum urmează:
Este lansată comanda *SQL* declanșatoare.
 1. Se execută *trigger*-ii *BEFORE* linie.
 - 1.1. Se execută *trigger*-ii *AFTER* comandă declanșați de comanda *UPDATE* din corpul *trigger*-ului *BEFORE* linie.
 - 1.1.1. Se execută comenzi din corpul *trigger*-ilor *AFTER* comandă.
 - 1.1.2. Se verifică dacă sunt îndeplinite constrângările de integritate definite pentru tabelele modificate de *trigger*-ii *AFTER* comandă.
 - 1.2. Se execută comenzi din corpul *trigger*-ilor *BEFORE* linie.
 - 1.3. Se verifică dacă sunt îndeplinite constrângările de integritate definite pentru tabelele modificate de *trigger*-ii *BEFORE* linie.

- 2. Se execută comanda *SQL*.
 - 3. Se verifică dacă sunt îndeplinite constrângerile de integritate ce ar putea fi încălcate de comanda *SQL*.
 - Există două excepții privind recursivitatea.
 - Atunci când o comandă modifică un tabel (cheia primară sau cheia externă) care face parte dintr-o constrângere referențială și declanșează un *trigger* ce modifică celălalt tabel referit în constrângere, doar comanda declanșatoare va determina verificarea constrângerii de integritate. Astfel, se permite *trigger-ilor* la nivel de linie să forțeze integritatea referențială.
 - *Trigger-ii* la nivel de comandă declanșați datorită opțiunilor *DELETE CASCADE* și *DELETE SET NULL* sunt execuții înainte și după lansarea comenzi *DELETE* de către utilizator. În acest mod se previne apariția erorilor *mutating*.
-  ❖ O proprietate importantă a modelului de execuție a *trigger-ilor* este acela că toate acțiunile și verificările realizate datorită execuției unei comenzi declanșatoare trebuie să se termine cu succes.
-  ❖ Dacă apare o excepție în interiorul unui *trigger* și aceasta nu este explicit tratată, atunci toate acțiunile realizate ca rezultat al comenzi declanșatoare, incluzând toate acțiunile realizate de *trigger-ii* declanșați de comandă vor fi anulate (*rollback*).
-  ❖ În acest mod, *trigger-i* nu pot compromite constrângerile de integritate.
-  ❖ *Trigger-ii* de tipuri diferite sunt execuții într-o ordine specifică.
-  ❖ *Trigger-ii* de același tip definiți pentru aceeași comandă nu au garantată o ordine specifică. De exemplu, toți *trigger-ii* *BEFORE* linie definiți pentru o singură comandă *LMD* nu sunt declanșați mereu în aceeași ordine. Din acest motiv, în aplicații nu se recomandă utilizarea mai multor *trigger-i* de același tip care sunt declanșați de aceeași comandă.
-  ❖ Se poate specifica ordinea de execuție a *trigger-ilor* de același tip definiți pentru aceeași comandă?
-  ❖ *Trigger-ii* bază de date pot fi definiți numai pe tabele (excepție, *trigger-ul INSTEAD OF* care este definit pe o vizualizare).

- ❖ Totuși, dacă o comandă *LMD* este aplicată unei vizualizări, pot fi activați *trigger-ii* asociați tabelelor care definesc vizualizarea.



Restricții:

- ❖ În versiunile *Oracle* anterioare corpul unui *trigger* nu poate conține o interogare sau o reactualizare a unui tabel aflat în plin proces de modificare, pe timpul acțiunii *trigger-ului (mutating table)*. Începând cu versiunea *Oracle 11g* această problemă este rezolvată prin utilizarea *trigger-ilor compuși (compound triggers)*.
- ❖ Blocul *PL/SQL* care descrie acțiunea *trigger-ului* nu poate conține comenzi pentru gestiunea tranzacțiilor (*COMMIT*, *ROLLBACK*, *SAVEPOINT*).
 - Controlul tranzacțiilor este permis, însă, în procedurile stocate.
 - Dacă un *trigger* apelează o procedură stocată care execută o comandă referitoare la controlul tranzacțiilor, atunci va apărea o eroare la execuție și tranzacția va fi anulată.
- ❖ Comenzile *DDL* nu pot să apară decât în *trigger-ii* sistem.
- ❖ În corpul *trigger-ului* pot fi referite și utilizate coloane *LOB*, dar nu pot fi modificate valorile acestora.
- ❖ În corpul *trigger-ului* se pot insera date în coloanele de tip *LONG* și *LONGRAW*, dar nu pot fi declarate variabile de acest tip.
- ❖ Dacă un tabel este șters, automat sunt șterși toți *trigger-ii* asociați acestuia.

8.1.4. Predicate condiționale

- În interiorul unui *trigger* care poate fi executat pentru diferite tipuri de instrucțiuni *LMD* se pot folosi trei funcții *booleene* (din pachetul *DBMS_STANDARD*) prin care se stabilește tipul operației executate:
 - *INSERTING* – întoarce valoarea *TRUE* atunci când comanda declanșatoare este o comandă *INSERT*;
 - *DELETING* – întoarce valoarea *TRUE* atunci când comanda declanșatoare este o comandă *DELETE*;
 - *UPDATING* – întoarce valoarea *TRUE* atunci când comanda declanșatoare este o comandă *UPDATE*;
 - *UPDATING('nume_coloană')* întoarce *TRUE* atunci când comanda declanșatoare este o comandă *UPDATE* asupra coloanei *nume_coloană*.



- ❖ Utilizând aceste predicate, în corpul *trigger*-ului se pot executa secvențe de instrucțiuni diferite, în funcție de tipul operației *LMD* declanșatoare.

Exemplul 8.5 – vezi curs

8.2. Trigger-i INSTEAD OF

- Oferă o modalitate de actualizare a vizualizărilor obiect și a celor relaționale.
- Sintaxa:

```

CREATE [OR REPLACE] TRIGGER [schema.]nume_trigger
--momentul când este declanșat
    INSTEAD OF
--comanda/comenzi care îl declanșează
    { DELETE|INSERT|UPDATE [OF coloana[, coloana ...] ] }
    [OR {DELETE|INSERT|UPDATE [OF coloana[, coloana ...] ] ...}]
    ON
        [schema.]nume_vizualizare
    [REFERENCING {OLD [AS] vechi NEW [AS] nou
                  | NEW [AS] nou OLD [AS] vechi } ]
FOR EACH ROW
    [WHEN (condiție) ]
    corp_trigger (bloc anonim PL/SQL sau comanda CALL);

```

- *Trigger*-ul *INSTEAD OF* permite reactualizarea unei vizualizări prin comenzi *LMD*.
- Datorită regulilor stricte existente pentru reactualizarea vizualizărilor, nu orice tip de vizualizare permite reactualizări *LMD*.
 - De exemplu, o vizualizare care este definită pe baza *join*-ului mai multor tabele nu permite reactualizarea tuturor acestor tabelelor.
 - O vizualizare nu poate fi modificată prin comenzi *LMD* dacă aceasta conține operatori pe mulțimi, funcții grup, clauzele *GROUP BY*, *CONNECT BY*, *START WITH* sau operatorul *DISTINCT*.
- *Trigger*-ul *INSTEAD OF* este utilizat pentru a executa operații *LMD* direct pe tabelele de bază ale vizualizării.
 - Comenziile *LMD* lansate asupra unei vizualizări, sunt preluate de *trigger*-ul *INSTEAD OF* (care poate lansa comenziile direct pe tabelele de bază).

- Trigger-ul *INSTEAD OF* poate fi definit asupra vizualizărilor ce au drept câmpuri tablouri imbricate, trigger-ul furnizând o modalitate de reactualizare a elementelor tabloului imbricat.
 - În acest caz, trigger-ul se declanșează doar în cazul în care comenziile *LMD* operează asupra tabloului imbricat (numai când elementele tabloului imbricat sunt modificate folosind clauzele *THE()* sau *TABLE()*) și nu atunci când comanda *LMD* operează doar asupra vizualizării.
 - Atributele *:OLD* și *:NEW* se referă la liniile tabloului imbricat, iar pentru a referi linia curentă din tabloul „părinte“ s-a introdus atributul *:PARENT*.



- ❖ Spre deosebire de trigger-ii *LMD*, trigger-ii *INSTEAD OF* se execută în locul instrucțiunii *LMD (INSERT, UPDATE, DELETE)* specificate.
- ❖ Opțiunea *UPDATE OF* nu este permisă pentru acest tip de trigger.
- ❖ Trigger-ii *INSTEAD OF* se definesc pentru o vizualizare, nu pentru un tabel.
- ❖ Trigger-ii *INSTEAD OF* acționează la nivel de linie.

Exemplul 8.6 – vezi curs

8.3. Trigger-i sistem

- Pot fi definiți la nivelul:
 - bazei de date;
 - schemei.
- Sunt declanșați de:
 - comenzi *LDD (CREATE, DROP, ALTER)*;
 - evenimente sistem (*STARTUP, SHUTDOWN, LOGON, LOGOFF, SUSPEND, SERVERERROR*).
- Sintaxa:

```
CREATE [OR REPLACE] TRIGGER [schema.]nume_trigger
  {BEFORE | AFTER}
  {comenzi_LDD | evenimente_sistem}
  ON {DATABASE | SCHEMA}
  [WHEN (condiție) ]
  corp_trigger;
```

- Pentru trigger-ii sistem se pot utiliza funcții speciale care permit obținerea de informații referitoare la evenimentul declanșator.

- Sunt funcții *PL/SQL* stocate care trebuie prefixate de numele proprietarului (*SYS*):
 - *SYSEVENT* – întoarce evenimentul sistem care a declanșat *trigger-ul* (este de tip *VARCHAR2(20)* și este aplicabilă oricărui eveniment);
 - *DATABASE_NAME* – întoarce numele bazei de date curente (este de tip *VARCHAR2(50)* și este aplicabilă oricărui eveniment);
 - *SERVER_ERROR* – întoarce codul erorii a cărei poziție în stiva erorilor este dată de argumentul de tip *NUMBER* al funcției (este de tip *NUMBER* și este aplicabilă evenimentului *SERVERERROR*);
 - *LOGIN_USER* – întoarce identificatorul utilizatorului care a declanșat *trigger-ul* (este de tip *VARCHAR2(30)* și este aplicabilă oricărui eveniment);
 - *DICTIONARY_OBJ_NAME* – întoarce numele obiectului referit de comanda *LDD* care a declanșat *trigger-ul* (este de tip *VARCHAR2(30)* și este aplicabilă evenimentelor *CREATE, ALTER, DROP*).

8.3.1. Trigger-i pentru comenzi LDD

- Sunt declanșați de comenzi *LDD (CREATE, ALTER, DROP)*.
 - *ON DATABASE* determină declanșarea *trigger-ului* de comenzi *LDD* aplicate asupra obiectelor din orice schemă a bazei de date;
 - *ON SCHEMA* determină declanșarea *trigger-ului* de comenzi *LDD* aplicate asupra obiectelor din schema personală.
- Există restricții asupra expresiilor din condiția clauzei *WHEN*.
 - De exemplu, *trigger-ii LDD* pot verifica tipul și numele obiectelor definite, identificatorul și numele utilizatorului.

Exemplul 8.7 – **vezi curs**

8.3.2. Trigger-i pentru evenimente sistem

- Sunt declanșați de anumite evenimente sistem (*STARTUP, SHUTDOWN, LOGON, LOGOFF, SUSPEND, SERVERERROR*).
 - *ON DATABASE* determină declanșarea *trigger-ului* de evenimente sistem pentru orice schemă a bazei de date;
 - *ON SCHEMA* determină declanșarea *trigger-ului* de evenimente sistem din schema personală.

- Există restricții asupra expresiilor din condiția clauzei *WHEN*.
 - De exemplu, *trigger-ii LOGON* și *LOGOFF* pot verifica doar identificatorul (*userid*) și numele utilizatorului (*username*).

Exemplul 8.8 – vezi curs

Exemplul 8.9 – vezi curs

Exemplul 8.10 – vezi curs

8.4. Modificarea și ștergerea trigger-ilor

Ștergerea trigger-ilor

- Similar procedurilor și pachetelor, un *trigger* poate fi:
 - șters folosind comanda


```
DROP TRIGGER [schema.]nume_trigger;
```

 - recreat folosind clauza *OR REPLACE* din cadrul comenzi *CREATE TRIGGER*
 - clauza permite schimbarea definiției unui *trigger* existent fără suprimarea acestuia.

Modificarea trigger-ilor

- Modificarea unui *trigger* poate consta din:
 - recompilare (*COMPILE*);
 - redenumire (*RENAME*);
 - dezactivare (*DISABLE*);
 - activare (*ENABLE*).

- Sintaxa:

```
ALTER TRIGGER [schema.]nume_trigger
{ENABLE | DISABLE | COMPILE | RENAME TO nume_nou};
```

- Uneori în loc de ștergerea unui *trigger* este preferabilă doar dezactivarea sa temporară.
 - Un *trigger* este activat implicit atunci când acesta este creat.
 - Un *trigger* dezactivat continuă să existe ca obiect în dicționarul datelor, dar este nu va mai fi executat de sistem (până când nu este din nou activat).
- Activarea, respectiv dezactivarea tuturor *trigger-ilor* asociați unui tabel se poate realiza utilizând comanda următoare:

```
ALTER TABLE [schema.]nume_tabel
{ENABLE | DISABLE } ALL TRIGGERS;
```



- ❖ Comanda *ALTER TRIGGER* permite activarea, respectiv dezactivarea unui singur *trigger* (al cărui nume este specificat în comandă).
- ❖ Comanda *ALTER TABLE* permite activarea, respectiv dezactivarea tuturor *trigger-ilor* asociati unui tabel.



- ❖ Comanda *DROP TRIGGER* permite ştergerea unui singur *trigger* (al cărui nume este specificat în comandă).
- ❖ Comanda *DROP TABLE* determină implicit ştergerea tuturor *trigger-ilor* asociati unui tabel.

8.5. Informații despre trigger-i

- Vizualizări din dicționarul datelor ce conțin informații despre *trigger-i*:
 - *USER_OBJETS*
 - atunci când este creat un *trigger* în vizualizare apare o linie nouă cu informații despre acesta (nume, tip, id, data creării, data ultimei modificări, stare etc);
 - tipul obiectului creat este *trigger*.
 - *USER_TRIGGER*
 - conține informații complete despre *trigger* (codul sursă detaliat, starea);
 - *USER_TRIGGER_COLS*
 - conține informații despre coloanele utilizate în *trigger*;
 - *USER_ERRORS*
 - conține informații despre erorile apărute la compilare *trigger-ului*;
 - *USER_DEPENDENCIES*
 - este utilizată pentru a determina dependențele *trigger-ilor*.

Vizualizarea *USER_TRIGGER*

- Vizualizarea include următoarele informații:
 - numele *trigger-ului* (*TRIGGER_NAME*);
 - tipul *trigger-ului* (*TRIGGER_TYPE*);
 - evenimentul declanșator (*TRIGGERING_EVENT*);

- numele proprietarului tabelului (*TABLE_OWNER*);
- numele tabelului pe care este definit *trigger*-ul (*TABLE_NAME*);
 - dacă obiectul referit de *trigger* nu este un tabel sau o vizualizare, atunci *TABLE_NAME* este are valoarea *null*;
- clauza *WHEN* (*WHEN_CLAUSE*);
- corpul *trigger*-ului (*TRIGGER_BODY*);
- antetul (*DESCRIPTION*);
- starea *trigger*-ului (*STATUS*)
 - poate să fie *ENABLED* sau *DISABLED*;
 - numele utilizate pentru a referi parametrii *OLD* și *NEW* (*REFERENCING_NAMES*).
- În operațiile de gestiune a bazei de date este necesară uneori reconstruirea instrucțiunilor *CREATE TRIGGER*, atunci când codul sursă original nu mai este disponibil.
 - Aceasta se poate realiza utilizând informațiile din vizualizarea *USER_TRIGGERS*.

Exemplul 8.11 – vezi curs

8.6. Privilegii sistem

- Sistemul furnizează privilegii sistem pentru gestiunea *trigger*-ilor:
 - *CREATE TRIGGER* (permite crearea *trigger*-ilor în schema personală);
 - *CREATE ANY TRIGGER* (permite crearea *trigger*-ilor în orice schemă cu excepția celei corespunzătoare utilizatorului *SYS*);
 - *ALTER ANY TRIGGER* (permite activarea, dezactivarea sau compilarea *trigger*-ilor din orice schemă cu excepția utilizatorului *SYS*);
 - *DROP ANY TRIGGER* (permite suprimarea *trigger*-ilor la nivel de bază de date din orice schemă cu excepția celei corespunzătoare utilizatorului *SYS*);
 - *ADMINISTER DATABASE TRIGGER* (permite crearea sau modificarea unui *trigger* sistem referitor la baza de date);
 - *EXECUTE* (permite referirea, în corpul *trigger*-ului, a procedurilor, funcțiilor sau pachetelor din alte scheme).

8.7. Tabele *mutating*

- Un tabel *mutating* este un tabel care este modificat curent de o comandă *LMD* (tabelul este aflat în proces de modificare).
 - Un *trigger* la nivel de linie nu poate obține informații (*SELECT*) dintr-un tabel *mutating*, deoarece ar “vedea” date inconsistente (datele din tabel ar fi în proces de modificare în timp ce *trigger*-ul ar încerca să le consulte).
-  ❖ Tabelele nu sunt considerate *mutating* pentru *trigger*-ii la nivel de comandă.
-  ❖ Vizualizările nu sunt considerate *mutating* în *trigger*-ii *INSTEAD OF*.
-  ❖ Atunci când este definit un *trigger* trebuie respectată următoarea regulă: Comenzile *SQL* din corpul *trigger*-ului nu pot consulta sau modifica date dintr-un tabel *mutating*.
- ❖ Chiar tabelul pe care este definit *trigger*-ul este un tabel *mutating*.
- ❖ Există o sigură excepție:
Dacă o comandă *INSERT* afectează numai o înregistrare, *trigger*-ii la nivel de linie pentru înregistrarea respectivă nu tratează tabelul ca fiind *mutating*.
- ❖ Comanda *INSERT INTO tabel SELECT ...* consideră tabelul *mutating* chiar dacă cererea întoarce o singură înregistrare.
-  ❖ Fiecare versiune nouă a bazei de date *Oracle* reduce impactul erorilor *mutating*.
- ❖ Dacă un *trigger* determină o astfel de eroare, atunci singura opțiune este ca acesta să fie rescris (o soluție este utilizarea *trigger*-ilor la nivel de comandă).

Exemplul 8.12 – [vezi curs](#)

Exemplul 8.13 – [vezi curs](#)

Exemplul 8.14 – [vezi curs](#)

Exemplul 8.15 – [vezi curs](#)

Exemplul 8.16 – [vezi curs](#)

Exemplul 8.17 – [vezi curs](#)

Implementați cu ajutorul unui *trigger* următoarea restricție: un client poate beneficia într-un an de cel mult 3 perioade cu prețuri preferențiale.

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database Concepts 10g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database PL/SQL User's Guide and Reference 10g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
4. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
5. *Oracle Database SQL Reference 10g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
6. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)

CUPRINS

9. PL/SQL – Gestiunea excepțiilor.....	2
9.1. Secțiunea de tratare a excepțiilor.....	4
9.2. Funcții pentru identificarea excepțiilor.....	5
9.3. Excepții interne predefinite	5
9.4. Excepții interne nepredefinite.....	7
9.5. Excepții externe	8
9.6. Cazuri speciale în tratarea excepțiilor	11
9.7. Activarea excepțiilor.....	13
9.8. Propagarea excepțiilor	14
9.8.1 Excepție declanșată în secțiunea executabilă.....	15
9.8.2 Excepție declanșată în secțiunea declarativă	15
9.8.3 Excepție declanșată în secțiunea <i>EXCEPTION</i>	16
9.9. Informații despre erori	17
Bibliografie.....	18

9. PL/SQL – Gestiunea exceptiilor

- Mecanismul de gestiune a exceptiilor permite utilizatorului să definească și să controleze comportamentul programului atunci când acesta generează o eroare.

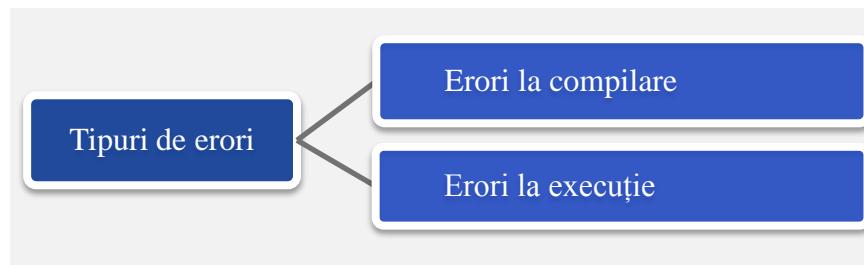


Fig. 9.1. Tipuri de erori

- Într-un program *PL/SQL* pot să apară:
 - erori la compilare
 - sunt detectate de motorul *PL/SQL*;
 - programul nu poate trata aceste erori deoarece nu a fost încă executat;
 - programatorul trebuie să corecteze erorile și să execute din nou programul;
 - erori la execuție
 - sunt denumite exceptii;
 - pot apărea datorită deficiențelor de proiectare, defecțiunilor la nivel *hardware*, greșelilor de cod etc.;
 - în program trebuie prevăzută apariția unei astfel de erori și specificat modul concret de tratare a acesteia;
 - atunci când apare eroarea este declanșată o excepție, iar controlul trece la secțiunea de tratare a exceptiilor, unde va avea loc tratarea erorii;
 - dacă excepția nu este tratată, atunci aceasta se va propaga în mediul din care a fost lansat programul;
 - nu pot fi anticipate toate excepțiile posibile, dar prin mecanismul de tratare a exceptiilor se poate permite programului să își continue execuția și în prezența unumitor erori.
- Exceptiile pot fi definite și tratate la nivelul fiecărui bloc din program (bloc principal, funcții și proceduri, blocuri interioare acestora).
 - Execuția unui bloc se termină întotdeauna atunci când apare o excepție, dar se pot executa acțiuni ulterioare apariției acesteia, într-o secțiune specială de tratare a exceptiilor.

- Posibilitatea de a da nume fiecărei excepții, de a izola tratarea erorilor într-o secțiune particulară, de a declanșa automat erori (în cazul excepțiilor interne) îmbunătățește lizibilitatea și fiabilitatea programului. Prin utilizarea excepțiilor și a rutinelor de tratare a excepțiilor, un program *PL/SQL* devine robust și capabil să trateze atât erorile așteptate, cât și cele neașteptate ce pot apărea în timpul execuției.

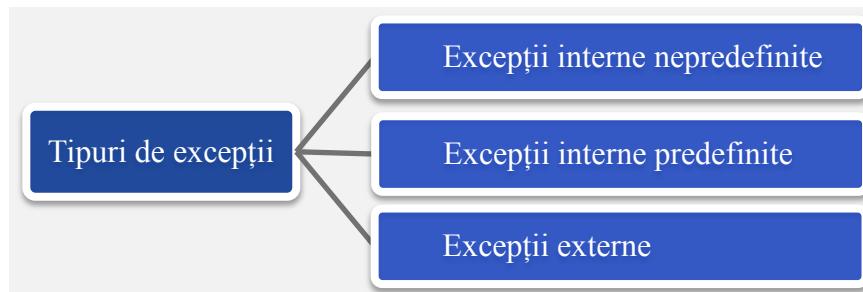


Fig. 9.2. Tipuri de excepții

- Există următoarele tipuri de excepții:
 - excepții interne nepredefinite
 - au un cod de eroare, dar nu au nume asociat decât dacă acesta este precizat de către utilizator;
 - excepții interne predefinite
 - sunt excepții interne care au nume asociat de către sistem;
 - excepții externe
 - sunt excepții definite de utilizator în blocuri *PL/SQL* anonime, subprograme sau pachete.
- Excepțiile interne:
 - se produc atunci când un bloc *PL/SQL* nu respectă o regulă *Oracle* sau depășește o limită a sistemului de operare;
 - pot fi independente de structura bazei de date sau pot să apară datorită nerespectării constrângerilor statice implementate în structură (*PRIMARY KEY*, *FOREIGN KEY*, *NOT NULL*, *UNIQUE*, *CHECK*);
- Atunci când apare o eroare *Oracle*, excepția asociată acesteia se declanșează implicit.
 - De exemplu, dacă apare eroarea *ORA-01403* (deoarece o comandă *SELECT* nu întoarce nicio linie) atunci implicit *PL/SQL* activează excepția *NO_DATA_FOUND* (al cărui cod este 100).
 - Cu toate că fiecare astfel de excepție are asociat un cod specific, ele trebuie referite prin nume.

	Excepții interne nepredefinite	Excepții interne predefinite	Excepții externe
Proprietar	Sistemul	Sistemul	Utilizatorul
Cod asociat	Da	Da	Doar dacă utilizatorul îl atribuie
Nume asociat	Doar dacă utilizatorul îl atribuie	Da	Da
Declanșare automată	Da	Da	Nu
Declanșare explicită	Opțional	Opțional	Da

Fig. 9.3. Caracteristicile excepțiilor

9.1. Secțiunea de tratare a excepțiilor

- Tratarea excepțiilor se realizează în secțiunea *EXCEPTION* a unui bloc *PL/SQL*.
- Sintaxa:

```

EXCEPTION
  WHEN nume_excepție1 [OR nume_excepție2 ...] THEN
    secvența_de_instrucțiuni_1;
  [WHEN nume_excepție3 [OR nume_excepție4 ...] THEN
    secvența_de_instrucțiuni_2;
  ...
  [WHEN OTHERS THEN
    secvența_de_instrucțiuni_n;]
END;
  
```

- Clauza *WHEN OTHERS* trebuie să fie ultima clauză specificată și trebuie să fie unică.
 - Toate excepțiile care nu au fost specificate explicit vor fi captate prin această clauză.

9.2. Funcții pentru identificarea exceptiilor

- Funcția *SQLCODE*:
 - obține codul exceptiei;
 - întoarce o valoare de tip numeric;
 - codul exceptiei este:
 - un număr negativ, în cazul unei erori interne;
 - numărul +100, în cazul exceptiei *NO_DATA_FOUND*;
 - numărul 0, în cazul unei execuții normale (fără exceptii);
 - numărul 1, în cazul unei exceptii definite de utilizator.
- Funcția *SQLERRM*:
 - obține mesajul asociat exceptiei;
 - întoarce un sir de caractere;
 - lungimea maximă a mesajului este de 512 caractere;
 - mesajul asociat exceptiei declanșate poate fi furnizat și de funcția *DBMS_UTILITY.FORMAT_ERROR_STACK*.

Exemplul 9.1 – **vezi curs**

9.3. Exceptii interne predefinite

- Exceptiile interne predefinite (erori de tip *ORA-n*):
 - nu trebuie declarate în secțiunea declarativă a blocului *PL/SQL*;
 - sunt declanșate implicit de către *server-ul Oracle*;
 - sunt referite prin numele asociat lor;
 - *PL/SQL* declară aceste exceptii în pachetul *STANDARD*.

Nume excepție	Cod	Descriere
ACCESS_INTO_NULL	-6530	Asignare de valori atributelor unui obiect neinitializat.
CASE_NOT_FOUND	-6592	Nu este selectată nici una din clauzele <i>WHEN</i> ale lui <i>CASE</i> și nu există nici clauza <i>ELSE</i> .
COLLECTION_IS_NULL	-6531	Aplicarea unei metode (diferite de <i>EXISTS</i>) unui tabel imbricat sau unui vector neinitializat.

CURSOR_ALREADY_OPEN	-6511	Deschiderea unui cursor care este deja deschis.
DUP_VAL_ON_INDEX	-1	Detectarea unei dubluri într-o coloană unde acestea sunt interzise.
INVALID_CURSOR	-1001	Operație ilegală asupra unui cursor.
INVALID_NUMBER	-1722	Conversie nepermisă de la tipul sir de caractere la număr.
LOGIN_DENIED	-1017	Nume sau parolă incorecte.
NO_DATA_FOUND	+100	Comanda <i>SELECT</i> nu întoarce nicio linie.
NOT_LOGGED_ON	-1012	Programul <i>PL/SQL</i> apelează baza de date fără să fie conectat la <i>Oracle</i> .
PROGRAM_ERROR	-6501	<i>PL/SQL</i> are o problemă internă.
ROWTYPE_MISMATCH	-6504	Incompatibilitate între parametrii actuali și formali, la deschiderea unui cursor parametrizat.
SELF_IS_NULL	-30625	Apelul unei metode când instanța este <i>NULL</i> .
STORAGE_ERROR	-6500	<i>PL/SQL</i> are probleme cu spațiul de memorie.
SUBSCRIPT_BEYOND_COUNT	-6533	Referire la o componentă a unui tablou imbricat sau vector, folosind un index mai mare decât numărul elementelor colecției respective.
SUBSCRIPT_OUTSIDE_LIMIT	-6532	Referire la o componentă a unui tabel imbricat sau vector, folosind un index care este în afara domeniului (de exemplu, -1).
SYS_INVALID_ROWID	-1410	Conversia unui sir de caractere într-un <i>ROWID</i> nu se poate face deoarece sirul nu reprezintă un <i>ROWID</i> valid.
TIMEOUT_ON_RESOURCE	-51	Expirarea timpului de așteptare pentru eliberarea unei resurse.
TRANSACTION_BACKED_OUT	-61	Tranzacția este anulată datorită unei interblocări.
TOO_MANY_ROWS	-1422	Comanda <i>SELECT</i> întoarce mai multe linii.

VALUE_ERROR	-6502	Apariția unor erori în conversii, constrângeri sau erori aritmetice.
ZERO_DIVIDE	-1476	Sesizarea unei împărțiri la zero.



- ❖ Aceeași excepție poate să apară în diferite circumstanțe.
- ❖ De exemplu, excepția *NO_DATA_FOUND* poate fi generată fie pentru că o interogare nu întoarce un rezultat, fie pentru că se referă un element al unui tablou *PL/SQL* care nu a fost definit (nu are atribuită o valoare).
- ❖ Dacă într-un bloc *PL/SQL* apar ambele situații, este greu de stabilit care dintre ele a generat eroarea și este necesară restructurarea blocului, astfel încât acesta să poată diferenția cele două situații.

Exemplul 9.2 – [vezi curs](#)



- ❖ Deși excepțiile interne sunt lansate implicit (automat) de către sistem, sunt cazuri în care utilizatorul le poate invoca explicit.

Exemplul 9.3 – [vezi curs](#)

9.4. Excepții interne nepredefinite

- Excepțiile interne nepredefinite se declară în secțiunea declarativă a blocului *PL/SQL* și sunt declanșate implicit de către *server-ul Oracle*.
- Diferențierea acestor erori este posibilă doar cu ajutorul codului asociat lor.
- Există două metode de tratare a excepțiilor interne nepredefinite, folosind:
 - clauza *WHEN OTHERS* din secțiunea *EXCEPTION* a blocului;
 - directiva de compilare (pseudo-instrucțiune) *PRAGMA EXCEPTION_INIT*.
- Directiva *PRAGMA EXCEPTION_INIT*
 - permite asocierea unui nume pentru o excepție al cărui cod de eroare intern este specificat;
 - având un nume specificat pentru excepție, permite referirea acesteia în secțiunea *EXCEPTION* a blocului;
 - este procesată în momentul compilării (nu la execuție);

- trebuie să apară în partea declarativă a unui bloc, pachet sau subprogram, după definirea numelui excepției;
 - poate să apară de mai multe ori într-un program; de asemenea, pot fi asignate mai multe nume pentru același cod de eroare.
- Pentru a trata o eroare folosind directiva *PRAGMA EXCEPTION_INIT* trebuie urmări pașii de mai jos:
 - 1) se declară numele excepției în partea declarativă a blocului:
`nume_excepție EXCEPTION;`
 - 2) se asociază numele excepției cu un cod de eroare standard *Oracle*:
`PRAGMA EXCEPTION_INIT (nume_excepție, cod_eroare);`
 - 3) se referă excepția în secțiunea *EXCEPTION* a blocului (excepția este tratată automat, fără a fi necesară comanda *RAISE*):
`WHEN nume_excepție THEN set_de_instrucțiuni`

Exemplul 9.4 - vezi curs

9.5. Excepții externe

- Excepțiile externe:
 - sunt excepții definite de utilizator;
 - sunt declarate în secțiunea declarativă a unui bloc, subprogram sau pachet;
 - sunt activate explicit în partea executabilă a blocului (folosind comanda *RAISE* însotită de numele excepției);
 - pot să apară în toate secțiunile unui bloc, subprogram sau pachet;
 - nu pot să apară în instrucțiuni de atribuire sau în comenzi *SQL*;
 - în mod implicit, au asociat același cod (+1) și același mesaj (*User-Defined Exception*).
- Sintaxa de declarare și prelucrare a excepțiilor externe :

```

DECLARE
    nume_excepție EXCEPTION; -- declarare excepție
BEGIN
    ...
    RAISE nume_excepție; -- activare excepție
    -- execuția este întreruptă și se transferă
    -- controlul în secțiunea EXCEPTION
  
```

```

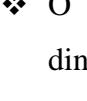
    ...
EXCEPTION
    WHEN nume_excepție THEN
        -- definire mod de tratare a erorii
        ...
END;

```

Exemplul 9.5 - vezi curs

- Activarea unei excepții externe poate fi făcută și cu ajutorul procedurii *RAISE_APPLICATION_ERROR*, furnizată de pachetul *DBMS_STANDARD*.
 - Această procedură poate fi utilizată pentru a întoarce un mesaj de eroare unității care o apelează, mesaj mai descriptiv (non standard) decât identificatorul erorii.
 - Are următoarea specificație:


```
RAISE_APPLICATION_ERROR (num NUMBER,
                           msg VARCHAR2, keeperrorstack BOOLEAN);
```

 - parametrul *num* reprezintă codul asociat erorii, un număr cuprins între -20000 și -20999;
 - parametrul *msg* reprezintă mesajul asociat erorii, un sir de caractere de maxim 2048 bytes;
 - parametrul *keeperrorstack* este opțional; dacă are valoarea *TRUE*, atunci noua eroare se va adăuga listei erorilor existente, iar dacă este *FALSE* (valoare implicită) atunci noua eroare va înlocui lista curentă a erorilor (se reține ultimul mesaj de eroare).
-  ❖ O aplicație poate apela procedura *RAISE_APPLICATION_ERROR* numai dintr-un subprogram stocat (sau metodă).
-  ❖ Dacă procedura *RAISE_APPLICATION_ERROR* este apelată, atunci subprogramul se termină și sunt întoarce codul și mesajul asociate erorii respective.
- Procedura *RAISE_APPLICATION_ERROR* poate fi apelată în secțiunea executabilă, în secțiunea de tratare a excepțiilor sau simultan în ambele secțiuni.
 - În secțiunea executabilă:

```

DELETE FROM produse WHERE denumire = 'produs';
IF SQL%NOTFOUND THEN
    RAISE_APPLICATION_ERROR(-20001,'Date incorecte');
END IF;

```

- În secțiunea de tratare a excepțiilor:

```
EXCEPTION
  WHEN exceptie THEN
    RAISE_APPLICATION_ERROR(-20002,'info invalida');
END;
```

- În ambele secțiuni:

```
DECLARE
  exceptie EXCEPTION;
  PRAGMA EXCEPTION_INIT (exceptie, -20000);
BEGIN
  DELETE produse WHERE denumire = 'produs cautat';
  IF SQL%NOTFOUND THEN
    RAISE_APPLICATION_ERROR(-20000,'Date incorecte');
  END IF;
EXCEPTION
  WHEN exceptie THEN
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Mesajul exceptiei: '||SQLERRM);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Codul exceptiei: '||SQLCODE);
END;
```



- ❖ Procedura *RAISE_APPLICATION_ERROR* facilitează comunicația dintre *client* și *server*, transmițând aplicației *client* erori specifice aplicației de pe *server* (de obicei, un *trigger*).
- ❖ Procedura *RAISE_APPLICATION_ERROR* este doar un mecanism folosit pentru comunicația dintre *server* și *client* a unei erori definite de utilizator, care permite ca procesul *client* să trateze excepția.

Exemplul 9.6

```
CREATE OR REPLACE TRIGGER trig
  BEFORE UPDATE OF serie ON case
  FOR EACH ROW
  WHEN (NEW.serie <> OLD.serie)
BEGIN
  RAISE_APPLICATION_ERROR (-20145,
    'Nu puteti modifica seria casei fiscale!');
END;
/

--blocul urmator detecteaza si trateaza eroarea
DECLARE
  -- declarare exceptie
  exceptie EXCEPTION;
  -- asociere un nume codului de eroare folosit in trigger
  PRAGMA EXCEPTION_INIT(exceptie,-20145);
```

```

BEGIN
    -- lansare comanda declasatoare
    UPDATE case
    SET serie = serie||'_';
EXCEPTION
    -- tratare exceptie
    WHEN exceptie THEN
        -- se afiseaza mesajul erorii specificat in trigger
        -- in procedura RAISE_APPLICATION_ERROR
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE(SQLERRM);
END;
/

```

9.6. Cazuri speciale în tratarea excepțiilor

- Dacă se declanșează o excepție într-un bloc simplu atunci:
 - execuția blocului este întreruptă (setul de comenzi care urmează după comanda care a declanșat excepția nu se mai execută);
 - controlul este transferat în secțiunea de tratare a excepțiilor;
 - se tratează excepția (se execută comenziile specificate în *handler*-ul excepției respective);
 - se ieșe din bloc.
-  ❖ Dacă după o eroare se dorește totuși continuarea prelucrării datelor, este suficient ca instrucțiunea care a declanșat excepția să fie inclusă într-un subbloc.
- ❖ În acest caz, după tratarea excepției și ieșirea din subbloc, se continuă secvența de instrucțiuni din blocul principal.

```

BEGIN
    comanda_1;  -- declanseaza exceptia E
    comanda_2;  -- nu se mai executa
EXCEPTION
    WHEN E THEN
        set_comenzi; -- se executa
END;

```

- Dacă se dorește execuția comenzi *comanda_2* chiar și atunci când *comanda_1* declanșează o excepție, atunci *comanda_1* se include într-un subbloc, iar excepția declanșată de aceasta este tratată în acel subbloc.

```

BEGIN
    BEGIN
        comanda_1; -- declanseaza exceptia E
    EXCEPTION
        WHEN E THEN
            set_comenzi; -- se executa
    END;

    comanda_2; -- se executa
    EXCEPTION
        ...
    END;

```

- Uneori este dificil de aflat care comandă *SQL* a determinat o anumită eroare, deoarece există o singură secțiune pentru tratarea erorilor unui bloc.

Variante de rezolvare a acestor situații:

- utilizarea unui contor care să identifice instrucțiunea *SQL* care a declanșat excepția.

```

DECLARE
    contor NUMBER(1),
BEGIN
    contor :=1;
    comanda_SELECT_1;
    contor :=2;
    comanda_SELECT_2;
    contor :=3;
    comanda_SELECT_3;
EXCEPTION
    WHEN NO_DATA_FOUND THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('comanda SELECT '|| contor);
END;

```

- Introducerea fiecărei instrucțiuni *SQL* într-un subbloc

```

BEGIN
    BEGIN
        comanda_SELECT_1;
    EXCEPTION
        WHEN NO_DATA_FOUND THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('comanda SELECT 1');
    END;

    BEGIN
        comanda_SELECT_2;
    EXCEPTION
        WHEN NO_DATA_FOUND THEN
            DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('comanda SELECT 2');
    END;

```

```

BEGIN
    comanda_SELECT_3;
EXCEPTION
    WHEN NO_DATA_FOUND THEN
        DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('comanda SELECT 3');
END;
END;

```

9.7. Activarea excepțiilor

- Există două metode de activare a unei excepții:
 - activarea explicită a excepției (definită de utilizator sau predefinită) în interiorul blocului, cu ajutorul comenzi *RAISE*;
 - activarea automată a excepției asociate unei erori *Oracle*.
- Excepțiile pot fi generate în oricare dintre secțiunile unui bloc *PL/SQL* (în secțiunea declarativă, în secțiunea executabilă sau în secțiunea de tratare a excepțiilor).
 - La aceste niveluri ale programului, o excepție poate fi gestionată în moduri diferite.
- Pentru a reinvoca o excepție, după ce a fost tratată în blocul curent, se folosește instrucțiunea *RAISE*, dar fără a fi însorită de numele excepției.
 - În acest fel, după executarea instrucțiunilor corespunzătoare tratării excepției, aceasta se transmite și blocului „părinte“.
 - Pentru a fi recunoscută ca atare de către blocul „părinte“, excepția trebuie să nu fie definită în blocul curent, ci în blocul „părinte“ (sau chiar mai sus în ierarhie), în caz contrar ea putând fi captată de către blocul „părinte“ doar la categoria *OTHERS*.
- Pentru a executa același set de acțiuni în cazul mai multor excepții nominalizate explicit, în secțiunea de tratare a excepțiilor se poate utiliza operatorul *OR* (*WHEN exceptie_1 OR exceptie_2 THEN ...*).
- Pentru a evita tratarea fiecărei erori în parte, se folosește secțiunea *WHEN OTHERS* care va cuprinde acțiuni pentru fiecare excepție care nu a fost tratată, adică pentru captarea excepțiilor neprevăzute sau necunoscute.
 - Această secțiune trebuie utilizată cu atenție deoarece poate masca erori critice sau poate împiedica aplicația să răspundă în mod corespunzător.

9.8. Propagarea exceptiilor

- Dacă este declanșată o eroare în secțiunea executabilă, iar
 - blocul curent are un *handler* pentru tratarea acesteia, atunci blocul curent se termină cu succes și controlul este transmis blocului imediat exterior;
 - blocul curent nu are un *handler* pentru tratarea acesteia, atunci exceptia se propagă spre blocul „părinte“, iar blocul curent se termină fără succes;
 - procesul se repetă până când fie se găsește într-un bloc modalitatea de tratare a erorii, fie se oprește execuția și se semnalează situația apărută (*unhandled exception error*).
- Dacă este declanșată o eroare în secțiunea declarativă a blocului sau în secțiunea de tratare a erorilor, atunci aceasta este propagată către blocul imediat exterior, chiar dacă există un *handler* al acesteia în blocul curent.
- La un moment dat, într-o secțiune *EXCEPTION*, poate fi activă numai o singură excepție.



- ❖ Instrucțiunea *GOTO* nu permite:
 - saltul la secțiunea de tratare a unei excepții;
 - saltul de la secțiunea de tratare a unei excepții, în blocul curent.
- ❖ Comanda *GOTO* permite totuși saltul de la secțiunea de tratare a unei excepții la un bloc care include blocul curent.

Exemplul 9.7

```

DECLARE
  v_den  produse.denumire%TYPE;
  v_id   produse.id_produs%TYPE := &p_id;
BEGIN
  SELECT denumire
  INTO   v_den
  FROM   produse
  WHERE   id_produs = v_id;
  <<eticheta>>
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Denumirea produsului este '||v_den);
EXCEPTION
  WHEN NO_DATA_FOUND THEN v_den := ' ';
    GOTO eticheta; --salt ilegal in blocul curent
END;
/

```

9.8.1 Excepție declanșată în secțiunea executabilă

- Excepția este produsă și tratată în subbloc. După tratarea excepției controlul este transmis blocului exterior.

```

DECLARE
  A EXCEPTION;
BEGIN
  ...
  BEGIN
    RAISE A; -- in subbloc se produse exceptia A
  EXCEPTION
    WHEN A THEN ...-- exceptia A este tratata in subbloc
    ...
  END;
  -- aici este reluat controlul
END;

```

- Excepția este produsă în subbloc, dar nu este tratată în acesta. Excepția se propagă spre blocul exterior. Regula poate fi aplicată de mai multe ori.

```

DECLARE
  A EXCEPTION;
  B EXCEPTION;
BEGIN
  BEGIN
    RAISE B; -- in subbloc se produse exceptia B
  EXCEPTION
    WHEN A THEN ...
      --exceptia B nu este tratata in subbloc
  END;
  EXCEPTION
    WHEN B THEN ...
      /*exceptia B s-a propagat spre blocul exterior unde este
       tratata, apoi controlul este dat in exteriorul blocului */
  END;

```

9.8.2 Excepție declanșată în secțiunea declarativă

- Dacă în secțiunea declarativă este generată o excepție, atunci aceasta se propagă către blocul exterior, unde are loc tratarea acesteia. Chiar dacă există un *handler* pentru excepție în blocul curent, acesta nu este executat.

Exemplul 9.8

```

BEGIN
  DECLARE
    nr_produse NUMBER(10) := ' ';
    -- este generata eroarea VALUE_ERROR
  BEGIN
    SELECT COUNT (DISTINCT id_produs)
    INTO   nr_produse
    FROM   facturi_produse;
  EXCEPTION
    WHEN VALUE_ERROR THEN
      -- eroarea nu este captata si tratata in blocul intern
      DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Eroare bloc intern: ' || SQLERRM);
  END;
  EXCEPTION
    WHEN VALUE_ERROR THEN
      -- eroarea este captata si tratata in blocul extern
      DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Eroare bloc extern: ' || SQLERRM);
  END;
/

```

9.8.3 Excepție declanșată în secțiunea *EXCEPTION*

- Dacă excepția este declanșată în secțiunea *EXCEPTION*, atunci aceasta se propagă imediat spre blocul exterior.

```

BEGIN
  DECLARE
    A EXCEPTION;
    B EXCEPTION;
  BEGIN
    RAISE A; -- este generata exceptia A
  EXCEPTION
    WHEN A THEN
      RAISE B; -- este generata exceptia B
    WHEN B THEN ...
      /* exceptia este propagata spre blocul exterior
         cu toate ca exista aici un handler pentru ea */
  END;
  EXCEPTION
    WHEN B THEN ...
      --exceptia B este tratata in blocul exterior
  END;

```

9.9. Informații despre erori

- Pentru a obține textul corespunzător erorilor apărute la **compilare**, poate fi utilizată vizualizarea *USER_ERRORS* din dicționarul datelor.
 - Pentru informații adiționale referitoare la erori pot fi consultate vizualizările *ALL_ERRORS* sau *DBA_ERRORS*.
 - Vizualizarea *USER_ERRORS* oferă informații despre obiectele care au generat erori la compilare; de exemplu:
 - numele obiectului (*NAME*);
 - tipul obiectului (*TYPE*);
 - numărul liniei din codul sursă la care a apărut eroarea (*LINE*);
 - poziția din linie (*POSITION*);
 - mesajul asociat erorii (*TEXT*).
-  ♦ *LINE* specifică numărul liniei în care apare eroarea, dar acesta nu corespunde liniei efective din fișierul text (se referă la codul sursă depus în *USER_SOURCE*).

Exemplul 9.9

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION f_test
RETURN NUMBER;
IS
BEGIN
    RETURN 1;
END;
/
FUNCTION F_TEST compiled
Errors: check compiler log

SELECT LINE, POSITION, TEXT
FROM   USER_ERRORS
WHERE  NAME = UPPER('f_test');

LINE    POSITION    TEXT
----  -----
3        1          PLS-00103: Encountered the symbol "IS"

```

Bibliografie

1. *Programare avansată în Oracle9i*, I. Popescu, A. Alecu, L. Velcescu, G. Florea (Mihai), Ed. Tehnică (2004)
2. *Oracle Database PL/SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
3. *Oracle Database SQL Language Reference 11g Release 2*, Oracle Online Documentation (2012)
4. *Oracle Database 11g: PL/SQL Fundamentals, Student Guide*, Oracle University (2009)