

# Programación en Pascal. Definición de tipos y registros

Miguel Ortuño  
Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada  
Universidad Rey Juan Carlos

Marzo de 2024



© 2024 Miguel Angel Ortuño Pérez.  
Algunos derechos reservados. Este documento se distribuye bajo la  
licencia *Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional* de Creative  
Commons, disponible en  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

- 1 Definición de tipos y registros
  - Nuevos tipos de datos
  - Registros

# Nuevos tipos datos

Ya conocemos los tipos de datos primitivos básicos en Pascal: integer, real, boolean, char, string.

- Una variable integer (entera) contendrá un dato de tipo integer, serán *literales* como p.e. 2, 17 o -1250.
- Una variable real contendrá un dato de tipo real, con literales como 4.3909999999999997E+001 o -5.7294910000000003E+004.
- Una variable boolean contendrá un dato boolean, con los literales TRUE o FALSE.
- Una variable de tipo char (carácter) contendrá datos de tipo char, con literales como 'V', '@' o '3'.
- Una variable de tipo string (cadena) contendrá un dato de tipo string, con literales como 'hola, mundo' o 'x'.

# Tipos enumerados

Pero podemos definir nuevos tipos de datos para manejar en el programa entidades abstractas propias de nuestro problema.

- Tipos enumerados:  
Contendrán literales con sentido en el universo de nuestro problema, como *sota*, *caballo*, *rey*  
o  
*despegue*, *ascenso*, *descenso*.

# Tipos Enumerados

Definimos un nuevo tipo a base de enumerar sus elementos, que serán literales especificados por nosotros, literales propios del dominio de nuestro problema.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program enumerados_01;
type
  TipoDiaSem = ( lun, mar, mie, jue, vie, sab, dom );

  TipoCarta = ( uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete,
               sota, caballo, rey );

  TipoPalo = ( oros, bastos, copas, espadas );
var
  carta: TipoCarta;
const
  No_laborable : TipoDiaSem = dom;
begin
  carta := uno;
  writeln(carta);    // Escribe uno
  writeln(No_laborable); // Escribe dom
end.
```

Como sabes, la declaración de una variable es p.e.

```
var  
  x : real;
```

La definición de un nuevo tipo es p.e.

```
type  
  TipoFigura = (sota, caballo, rey);
```

- La definición empieza tras la palabra reservada *type*. Sin `';`.
- Es conveniente poder distinguir fácilmente los identificadores que correspondan a nuevos tipos de datos, en este curso estableceremos el convenio de que el nombre del tipo empiecen por la palabra *Tipo* y con *NotacionCamello*.
  - Juntar palabras sin guiones ni barras bajas, poniendo en mayúscula la primera letra de cada palabra.
- Después del nombre de tipo se escribe `'='`, ni `':'` ni `':='`.
- Definimos el tipo enumerando todos sus elementos, entre paréntesis y finalizando cada uno en `';`.

- Hemos visto que el número 3 y el caracter '3' son distintos, aunque se vean iguales en pantalla.
- Por el mismo motivo, la cadena *oros* y el TipoPalo *oros* son distintos, aunque se vean iguales en pantalla.

```

{$mode objfpc}{$H-}{$R+}{$T+}{$Q+}{$V+}{$D+}{$X-}{$warnings on}
program enumerados_02;
type
  TipoPalo = ( oros, bastos, copas, espadas );
var
  palo: TipoPalo;
  s: string;
begin
  palo := oros;
  s := 'oros';
  writeln(palo) ; // oros
  writeln(s);    // oros

  { palo := 'oros'; ;ERROR! palo es de TipoPalo, no string }
  { s := oros; ;ERROR! s es de tipo string, no TipoPalo }
end.

```



Hay lenguajes que no tienen tipos enumerados, se puede programar sin ellos, empleando por ejemplo cadenas.

Pero los enumerados tienen muchas ventajas, nombraremos 4 (hay más).

- Ventaja 1.

No hace falta filtrar valores erróneos, con código como

```
if (valor <> 'oros') and (valor <> 'bastos')  
    and (valor<>'copas') and (valor <> 'espadas') then error();
```

(Porque `valor` siempre estará dentro de los enumerados, el compilador impediría lo contrario).

- Ventaja 2.

Los elementos tienen orden, podemos escribir expresiones como

```
(carta > sota) and (carta < rey)
```

- Ventaja 3

Disponemos de las funciones `succ()` y `pred()`, que devuelven el valor posterior y el valor anterior, respectivamente.

- Ventaja 4.

Disponemos de las funciones `high(TIPO_ENUMERADO)` y `low(TIPO_ENUMERADO)` que nos devuelven el mayor y el menor valor posible dentro del tipo enumerado.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program enumerados_03;
type
  TipoTemperatura = ( muy_frio, frio, caliente, muy_caliente);
var
  t: TipoTemperatura;
begin
  t := frio;

  if t < caliente then
    writeln('Encender calefaccion'); // Escribe el mensaje

  writeln(high(TipoTemperatura)) ; // muy_caliente
  writeln(low(TipoTemperatura)) ; // muy_frio
  writeln(succ(t)) ; // caliente
  writeln(pred(t)); // muy_frio
end.
```

# Registros

Ya conocemos los siguientes tipos:

- Tipos primitivos (boolean, integer, real, char, string).
- Tipos enumerados.

Todos ellos son *tipos elementales*, definen un único elemento, un único valor. Además de estos, en Pascal como en casi cualquier lenguaje de programación, tenemos tipos compuestos, formados por la agregación de varios tipos simples.

Veremos ahora los *registros*, un tipo de datos compuesto.

Es muy común que tengamos datos variados pero con mucha relación entre ellos, que queramos tratar como una única cosa.

- Porque sean propiedades del mismo ente.
- Porque se usan juntos habitualmente.
- Porque son la salida de una función.
- ...

Podemos definir un nuevo tipo de datos *record* (registro), como una serie de datos elementales agregados.

A cada elemento de un registro se le llama *campo*.

# Definición de un registro

Para definir un tipo de datos registro:

- Usamos la palabra reservada *type*, como para los demás tipos.
- El nombre del tipo lo escribimos en NotacionCamello, anteponiendo la palabra *Tipo*.
- Después del nombre, el carácter '=' , ni ':' ni ':='.
- Palabra reservada *record*.
- Declaramos el nombre y tipo de cada elemento, finalizado en ';'.
- Concluimos con *end*.
  - Observa que es un *end* similar al de *case*: es imprescindible y no llega ningún *begin* asociado.

```
type
TipoNotas = record
    entrega : real;
    teorico : real;
    practico : real;
end;
```

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program registros_01;
type
    TipoNotas = record
        entrega : real;
        teorico : real;
        practico : real;
    end;
var
    nota_jperez : TipoNotas;
    nota : TipoNotas;
begin
    nota_jperez.entrega := 7.5;
    nota_jperez.teorico := 4.3;
    nota_jperez.practico := 4.2;

    // Ahora nota_jperez es una única variable que contiene
    // los tres valores

    nota := nota_jperez;
    // Podemos copiarlos todos a la vez en otra variable

    // writeln(calcula_media(nota_jperez));
    // Podemos pasarlos a una función como un único parámetro
end.
```

Para acceder a cada campo, escribimos el nombre del registro, un punto y el nombre del campo.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program registros_02;
type
  TipoNotas = record
    entrega : real;
    teorico : real;
    practico : real;
  end;

var
  nota_jperez : TipoNotas;
  nota_media : real;
begin
  nota_jperez.entrega := 7.5;
  nota_jperez.teorico := 4.3;
  nota_jperez.practico := 4.2;

  nota_media := ( nota_jperez.entrega + nota_jperez.teorico +
                 nota_jperez.practico ) / 3 ;
end.
```



No podemos escribir todo el registro con una única llamada a `write()` o `writeln()`, estos procedimientos no saben manejar los registros. Es necesario escribir campo a campo.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program registros_03;
type
  TipoNotas = record
    entrega : real;
    teorico : real;
    practico : real;
  end;
var
  nota_jperez : TipoNotas;
begin
  nota_jperez.entrega := 7.5;
  nota_jperez.teorico := 4.3;
  nota_jperez.practico := 4.2;

  { writeln( nota_jperez ); ERROR, no se pueden escribir directamente }
  writeln(nota_jperez.entrega:0:2);
  writeln(nota_jperez.teorico:0:2);
  writeln(nota_jperez.practico:0:2);
end.
```

Lo más razonable es usar un procedimiento, escrito por nosotros, que sí sepa manejar nuestro registro.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program registros_04;
type
  TipoNotas = record
    entrega : real;
    teorico : real;
    practico : real;
  end;
procedure escribe_nota(nota:TipoNotas);
begin
  writeln('Entrega de prácticas:',nota.entrega:0:2);
  writeln('Examen teórico:',nota.teorico:0:2);
  writeln('Examen práctico: ',nota.practico:0:2);
end;
var
  nota_jperez : TipoNotas;
begin
  nota_jperez.entrega := 7.5;
  nota_jperez.teorico := 4.3;
  nota_jperez.practico := 4.2;
  escribe_nota(nota_jperez);
end.
```

Pascal tampoco sabe comparar registros, tendremos que programar nuestra función.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }  
program registros_05;  
type  
    TipoNotas = Record  
        entrega : real;  
        teorico : real;  
        practico : real;  
    end;  
  
function reales_iguales(r1, r2, epsilon: real):boolean;  
// No es correcto comparar dos reales con la expresión r1=r2  
// porque podría haber una mínima diferencia provocada  
// por los errores de redondeo. (Si fueran enteros sí  
// sería correcto)  
begin  
    result := abs(r1-r2) < epsilon;  
end;
```

```
function notas_iguales(n1,n2:TipoNotas; epsilon:real): Boolean;  
begin  
    result := reales_iguales(n1.entrega, n2.entrega, epsilon) and  
        reales_iguales(n1.teorico, n2.teorico, epsilon) and  
        reales_iguales(n1.practico, n2.practico, epsilon);  
end;
```

```
const
  Epsilon = 0.01;
var
  nota_jperez, nota_mgarcia : TipoNotas;
begin
  nota_jperez.entrega := 7.5;
  nota_jperez.teorico := 4.3;
  nota_jperez.practico := 4.2;
  nota_mgarcia.entrega := 7.5;
  nota_mgarcia.teorico := 4.3;
  nota_mgarcia.practico := 4.1999987622;

  { writeln (nota_jperez = nota_mgarcia); ¡Mal! }
  writeln( notas_iguales(nota_jperez,nota_mgarcia, Epsilon))
    // TRUE
end.
```

[https://gsync.urjc.es/~mortuno/fpi/registros\\_05.pas](https://gsync.urjc.es/~mortuno/fpi/registros_05.pas)

# Distancia entre dos puntos

Otro caso donde claramente es conveniente usar registros:  
coordenadas de un punto.

Por ejemplo, coordenadas cartesianas de un punto en el plano.

- Un punto será un registro.
- Los campos  $x$  e  $y$  contendrán sus coordenadas.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }  
program coordenadas;  
uses math;  
  
type  
  TipoPunto= record  
    x: real;  
    y: real;  
  end;  
  
function distancia(a, b: TipoPunto): real;  
begin  
  result := sqrt((b.x-a.x)**2 + (b.y-a.y)**2);  
end;
```

Distancia entre dos puntos en un plano:

<https://tinyurl.com/yxxvec3v>

```
procedure escribe_punto(a: TipoPunto);  
begin  
    write('(', a.x:0:3);  
    write(',');  
    write(a.y:0:3, ')');  
end;
```



```
var
  p1,p2 : TipoPunto;

begin
  p1.x := 4;
  p1.y := 0;
  p2.x := -1;
  p2.y := 0;

  write('La distancia entre ');
  escribe_punto(p1);
  write(' y ');
  escribe_punto(p2);
  writeln(' es ', distancia(p1,p2):0:3);
end.
```

La distancia entre (1.000,3.000) y (0.000,-1.000) es 4.123

<https://gsync.urjc.es/~mortuno/fpi/distancia.pas>

# Devolver varios valores en una función

Sabemos que una función devuelve exactamente 1 valor. Si necesitamos más, tenemos dos soluciones:

- 1 Usar un procedimiento con parámetros de salida, como vimos en el tema 5.
- 2 Devolver un registro.

En el siguiente ejemplo, la función *division\_entera* devuelve un registro con el cociente y el resto de una división entera.

```
{ $mode objfpc } { $H- } { $R+ } { $T+ } { $Q+ } { $V+ } { $D+ } { $X- } { $warnings on }
program devolver_registro;
type
  TipoResulDiv = record
    cociente : integer;
    resto : integer;
  end;

function division_entera(dividendo, divisor: integer): TipoResulDiv;
begin
  result.cociente := dividendo div divisor;
  result.resto := dividendo mod divisor;
end;

procedure escribe_resultado(dividendo, divisor: integer;
  resultado: TipoResulDiv);
begin
  write('La división entera entre ', dividendo);
  write(' y ', divisor);
  write(' es ', resultado.cociente);
  writeln(' con un resto de ', resultado.resto);
end;
```

```
var
  dividendo, divisor : integer;
  resultado : TipoResulDiv;
begin
  dividendo := 9;
  divisor := 2;

  resultado := division_entera(dividendo, divisor);
  escribe_resultado(dividendo, divisor, resultado);

end.
```

```
var
  dividendo, divisor : integer;
  resultado : TipoResulDiv;
begin
  dividendo := 9;
  divisor := 2;

  resultado := division_entera(dividendo, divisor);

  write('La división entera entre ', dividendo);
  write(' y ', divisor);
  write(' es ', resultado.cociente);
  writeln(' con un resto de ', resultado.resto);
end.
```

La división entera entre 9 y 2 es 4 con un resto de 1

# Devolver varios valores en una función

Una situación habitual donde resulta muy conveniente que una función devuelva un registro es el siguiente:

- Si todo ha ido bien, queremos devolver el valor calculado.
- Si algo ha fallado (precondición, postcondición o cualquier otro problema), queremos indicarlo.

Para ello devolvemos un registro con dos campos:

- Un código que indique si hubo problemas o no.
- El valor, si todo fue bien. Si el código indica error, esta valor es irrelevante.
  - Distintos lenguajes y librerías usan distintos convenios. P.e. el procedimiento `val`, y muchos otros, devuelve un entero con valor 0 en este caso.

En el siguiente ejemplo, devolveremos una cadena.

- *ok*, para indicar la ausencia de errores.
- En otro caso, la descripción del problema.

```
{$mode objfpc}{$H-}{$R+}{$T+}{$Q+}{$V+}{$D+}{$X-}{$warnings on}  
program inverso_02;  
type  
  TipoResultado= record  
    codigo:string;  
    valor: real;  
  end;
```

```
function inverso(x: real): TipoResultado;
begin
    if x = 0 then
        result.codigo := 'Error, el divisor no puede ser nulo'
    else begin
        result.codigo := 'ok';
        result.valor := 1/x;
    end;
end;

procedure escribe_inverso(x:real; calculado: TipoResultado);
begin
    if calculado.codigo = 'ok' then begin
        write('El inverso de ', x:0:3 );
        writeln(' es ', calculado.valor:0:3);
    end
    else
        writeln( calculado.codigo );
end;
```



```
var
  x : real;
  calculado : TipoResultado;

begin
  writeln('Escribe un número');
  readln(x);

  calculado := inverso(x);
  escribe_inverso(x, calculado);
end.
```

[https://gsync.urjc.es/~mortuno/fpi/inverso\\_02.pas](https://gsync.urjc.es/~mortuno/fpi/inverso_02.pas)