

# **Object Oriented Programming OOP IEC61131-3 Youtube Course by Runtimevic**

---

**Object Oriented Programming OOP IEC61131-3 PLC Youtube Course by  
Runtimevic.**

*runtimevic*

*Copyright © 2023 Víctor Durán.*

## Table of contents

---

1. Requeriments	3
2. Types of paradigms	6
2.1 Ventajas de la Programación OOP:	7
3. Classes and Objects	8
3.1 Function Block	10
3.2 Method	11
3.3 Property	12
3.4 Inheritance	13
3.5 Interface	15
4. Variable types and special variables	16
5. SUPER pointer	19
6. THIS pointer	20
7. Types of data	21
8. OOP Principles	22
8.1 Abstraction	23
8.2 Encapsulation	24
8.3 Inheritance	25
8.4 Polymorphism	26
9. SOLID	28
9.1 Sole Responsibility Principle	29
9.2 Open/Closed Principle	30
9.3 Liskov Substitution Principle	31
9.4 Interface Segregation Principle	32
9.5 Dependency Inversion Principle	33
10. UML	34
10.1 UML	34
10.2 Class UML	35
10.3 StateChart UML	36
11. Design patterns	37
12. Links	43

# 1. Requeriments

---

👤 Requirements 🤖 :



Los requisitos necesarios para seguir este curso serían tener instalados los siguientes softwares:

- [Beckhoff TwinCAT 3 XAE](#) ó el IDE de [Codesys](#).
- Tener cuenta de usuario creada en [GitHub](#).
- saber lo mínimo de Git o apoyarse en herramientas visuales como pueden ser:
  - [GitHub Desktop](#).
  - [sourcetree](#)
  - [tortoiseGit](#), etc...
- Sería bueno tener algo de conocimientos previos de teoria de OOP, aunque sean en otros lenguajes de programación ya que seran extrapolables para el enfoque de este curso de OOP IEC61131-3 para PLCs.

## 1.0.1 Pasos para empezar:

---

- Clonar el repositorio de [GitHub](#):  

```
$ git clone https://github.com/runtimevic/OOP-IEC61131-3--Curso-Youtube.git
```

  
ó utilizar por ejemplo GitHub Desktop para Clonar el repositorio de GitHub...
- Nos encontraremos las siguientes carpetas:
  - [TC3\\_OOP](#): Dentro de esta carpeta se encuentra el proyecto de TwinCAT3, con todo lo que se va explicando en los videos de youtube...
  - [Ficheros\\_PLCOpen\\_XML](#): Dentro de esta carpeta nos iremos encontrando los ficheros exportados en formato PLCOpen XML para que puedan ser importados en TwinCAT3 ó en Codesys de todo lo explicado en Youtube, ya que al ser el formato standarizado de PLCOpen se puede exportar/importar en todas las marcas de PLCs que sigan el estandard PLCOpen..., pero es recomendable intentar realizar lo explicado desde cero para ir practicando y asumir los conceptos explicados...
- tambien esta alojada la creación de esta pagina web SSG, (Generador de Sitios Estáticos) la cual se ira modificando conforme avancemos en este Curso de OOP IEC-61131-3 PLC...

📖 Curso Programación Orientada a Objetos Youtube -- OOP :



by Runtimevic -- Víctor Durán Muñoz.

¿ Qué es OOP?

- Es un paradigma que hace uso de los objetos para la construcción de los software.
- . ¿ Qué es un paradigma?
- Tiene diferentes interpretaciones, puede ser un **modelo**, **ejemplo** o **patrón**.
- Es una **forma** o un **estilo** de programar.
- se busca plasmar la realidad hacia el código.

. ¿Cómo pensar en Objetos?

- Enfocarse en **algo de la realidad**.
- Detalla sus **atributos**, (**propiedades**)
- Detalla sus **comportamientos** (**metodos**)

```

1 📱 Ejemplo: (Telefono móvil-smartphone)
2
3 . ¿Qué atributos (Propiedades) reconocemos?
4   - color.
5   - marca.
6 . ¿Qué se puede hacer? (Metodos)
7   - Realizar llamadas.
8   - Navegar por internet.
```

```

1 🚗 Ejemplo: (Coche)
2
3 . ¿Qué atributos (Propiedades) reconocemos?
4   - color.
5   - marca.
6 . ¿Qué se puede hacer? (Metodos)
7   - conducir.
8   - frenar.
9   - acelerar.
```

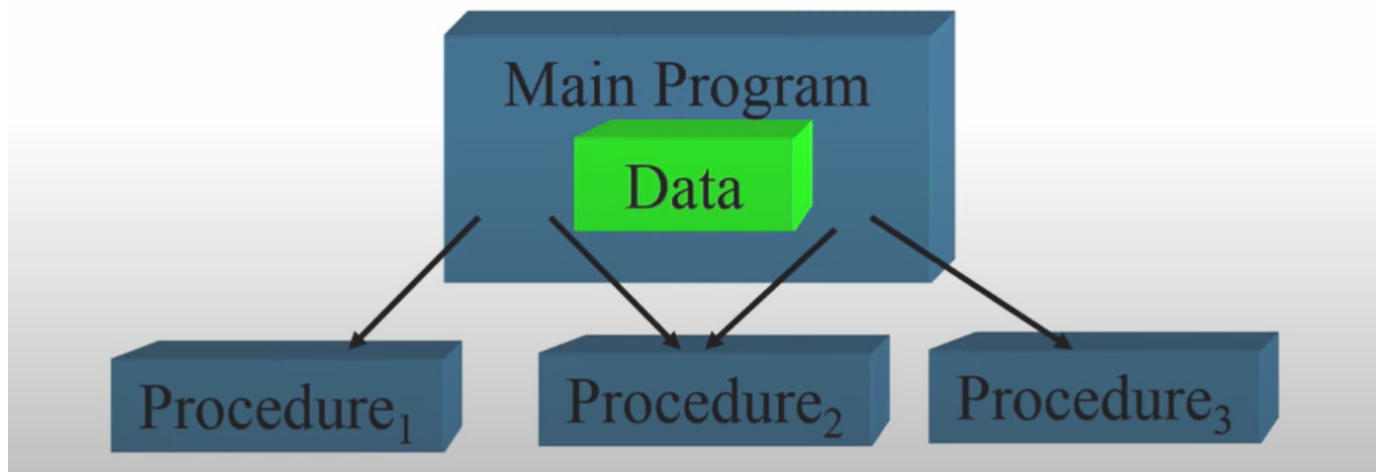
 Codesys admite OOP

 Beckhoff TwinCAT 3 admite OOP

## 2. Types of paradigms

. Tipos de paradigmas:

- Imperativa -- (**Instrucciones a seguir** para dar solución a un problema).
- Declarativa -- (Se **enfoca en el problema** a solucionar).
- Estructurada -- (La solución a un problema sigue **una secuencia de inicio a fin**).
- Funcional -- (Divide el problema en diversas soluciones que serán ejecutadas por las **funciones declaradas**). La programación procedimental o programación por procedimientos es un paradigma de la programación. Muchas veces es aplicable tanto en lenguajes de programación de bajo nivel como en lenguajes de alto nivel. En el caso de que esta técnica se aplique en lenguajes de alto nivel, recibirá el nombre de programación funcional.
- se llaman rutinas separadas desde el programa principal
- datos en su mayoría globales -> sin protección.
- los procedimientos por lo general no pueden ser independientes -> mala reutilización del código.



- **Orientada a objetos** -- Construye soluciones **basadas en objetos**.

```

1  wikipedia:
2  La programación orientada a objetos es un paradigma de programación
3  basado en el concepto de "objetos", que pueden contener datos y código.
4  Los datos están en forma de campos y el código está en forma de procedimientos.
  
```



## 2.1 Ventajas de la Programación OOP:

---

- rutinas y datos se combinan en un objeto -> Encapsulación.
- métodos/Propiedades -> interfaces definidas para llamadas y acceso a datos.

## 3. Classes and Objects

---

. Clases y Objetos:

- Una Clase es una **plantilla**.
- Un Objeto es la **instancia de una Clase**.



```
1 En este Ejemplo Nos encontramos la Clase Coche,  
2 y hemos instanciado esta Clase para tener los Objetos de Coches  
3 Mercedes, Bmw y Audi...
```



## Representacion de la Clase Coche en STL OOP IEC61131-3

```

1  FUNCTION_BLOCK Coche
2  VAR_INPUT
3  END_VAR
4  VAR_OUTPUT
5  END_VAR
6  VAR
7      _Marca : STRING;
8      _Color : STRING;
9      accion : STRING;
10 END_VAR
11 -----
12 METHOD PUBLIC Acelerar
13 accion := 'acelerar';
14 -----
15 METHOD PUBLIC Conducir
16 accion := 'conducir';
17 -----
18 METHOD PUBLIC Frenar
19 accion := 'frenar';
20 -----
21 PROPERTY PUBLIC Color : STRING
22 Get
23     Color := _Color;
24 Set
25     _Color := Color;
26 -----
27 PROPERTY PUBLIC Marca : STRING
28 Get
29     Marca := _Marca;
30 Set
31     _Marca := Marca;

```

## Instancia de la clase en los Objetos: Mercedes,Bmw y Audi y llamadas a sus metodos y propiedades...

```

1  PROGRAM _01_Clase_y_Objetos
2  VAR
3      // tenemos la Clase Coche y la instanciamos y obtenemos los Objetos: Mercedes, Bmw y Audi.
4      Mercedes : Coche;
5      Bmw : Coche;
6      Audi: Coche;
7
8      Color : STRING;
9      Marca : STRING;
10
11     Acelerar : BOOL;
12     Conducir: BOOL;
13     Frenar : BOOL;
14 END_VAR
15
16 //Objeto Mercedes
17 //llamadas a sus métodos.
18 IF Acelerar THEN
19     Mercedes.Acelerar();
20     Acelerar := FALSE;
21 END_IF
22
23 IF Conducir THEN
24     Mercedes.Conducir();
25     Conducir := FALSE;
26 END_IF
27
28 IF Frenar THEN
29     Mercedes.Frenar();
30     Frenar := FALSE;
31 END_IF
32
33 //llamadas a sus propiedades.
34 Mercedes.Marca := 'Mercedes';
35 Mercedes.Color := 'Negro';
36 Color := Mercedes.Color;

```

- [methods-properties-and-inheritance \(stefanhenneken\)](#)

## 3.1 Function Block

---

### 3.1.1 Constructor and Destructor

---

MÉTODOS 'FB\_INIT', 'FB\_REINIT' Y 'FB\_EXIT'

- [!\[\]\(cf5be311f7b2821912d8009884508fa2\_img.jpg\) Métodos FB\\_init, FB\\_reinit and FB\\_exit, Infosys Beckhoff](#)
- [!\[\]\(9804e70d96ff9fe9899b264c06a33cd7\_img.jpg\) Métodos 'FB\\_Init', 'FB\\_Reinit' y 'FB\\_Exit', Codesys](#)
- [!\[\]\(4f49380f3d6bce047bc47b2072cc076f\_img.jpg\) iec-61131-3-parameter-transfer-via-fb\\_init, stefanhenneken.net](#)

## 3.2 Method

### metodos

Los métodos dividen la clase o el bloque de funciones en funciones más pequeñas que se pueden ejecutar en llamada. Solo trabajarán con los datos que necesitan e ignorarán cualquier dato redundante que puede existir en un determinado bloque de funciones.

Los métodos pueden acceder y manipular las variables internas de la clase principal, pero también pueden usar variables propias a las que la clase principal no puede acceder (a menos que sean de salida) variable). Además, los métodos son una forma mucho más eficiente de ejecutar un programa porque, al dividir una función en varios métodos, el usuario evita ejecutar todo el POU cada vez, ejecutar solo pequeñas porciones de código siempre que sea necesario llamarlas. Esto es un muy buena manera de evitar errores y corrupción de datos. Los métodos también tienen un nombre, lo que significa que estas porciones de código se pueden identificar por su propósitos en lugar de las variables que manipulan, mejorando así la lectura de código y solución de problemas.

La abstracción juega un papel importante aquí, si los programadores desean implementar el código, solo necesitan llamar al método. La solución de problemas también se convierte en más simple: entonces el programador no necesita buscar cada instancia del código, solo necesitan verificar el método correspondiente. A diferencia de la clase base, los métodos usan la memoria temporal del controlador: los datos son volátiles, ya que las variables solo mantendrán sus valores mientras se ejecuta el método. Si se suponen valores que deben mantenerse entre ciclos de ejecución, entonces la variable debe almacenarse en la clase base o en algún otro lugar que retendrá los valores de un ciclo al otro (como la variable global lista).

### Especificadores de acceso para los Metodos:

La declaración del método puede incluir un especificador de acceso opcional. Esto restringe el acceso al método.

- PÚBLICO - Cualquiera puede llamar al método, no hay restricciones.
- PRIVADO - El método está disponible solo dentro de la POU. No se puede llamar desde fuera de la POU.
- PROTEGIDO- Solo su propia POU o las POU derivadas de ella pueden acceder al método. La derivación se analiza a continuación.
- INTERNO- Solo se puede acceder al método desde el mismo espacio de nombres. Esto permite que los métodos estén disponibles solo dentro de una determinada biblioteca, por ejemplo.
- FINAL -El método no puede ser sobrescrito por otro método. La sobrescritura de métodos se describe a continuación.

La configuración predeterminada donde no se define ningún especificador de acceso es PUBLIC .

Por lo tanto, una declaración de Método tiene la siguiente estructura:

```
1 METHOD <Access specifier> <Name> : <Datatype return value>
```

No es obligatorio que un Método deba devolver un valor...

 [Documentación Codesys del Objeto método](#)

 [Documentación de Beckhoff del Objeto método](#)

## 3.3 Property

### propiedades

Las propiedades son las principales variables de una clase. Se pueden utilizar como una alternativa a la clase regular o E/S del bloque de funciones. Las propiedades tienen métodos Get "Obtener" y Set "Establecer" que permiten acceder y/o cambiar las variables:

- Get - Método que devuelve el valor de una variable;
- Set - Método que establece el valor de una variable.

Al eliminar el método "Obtener" o "Establecer", un programador puede hacer que las propiedades sean "de solo escritura" o "solo lectura", respectivamente. Dado que estos son métodos, significa que las propiedades pueden:

- Tener sus propias variables internas;
- Realizar operaciones antes de devolver su valor;
- No es necesario adjuntar la variable devuelta a una entrada o salida en particular (o variable interna) de la POU, puede devolver un valor basado en una determinada combinación de sus variables;
- Ser accedido por evento en lugar de ser verificado en cada ciclo de ejecución.

### .Propiedades: Getters & Setters

para modificar directamente nuestras propiedades lo que se busca es que se haga a través de los metodos Getters y Setters, el cual varía la escritura según el lenguaje pero el concepto es el mismo.

### Especificadores de acceso:

Al igual que con los métodos, las propiedades también pueden tomar los siguientes especificadores de acceso: PÚBLICO , PRIVADO , PROTEGIDO , INTERNO y FINAL . Cuando no se define ningún especificador de acceso, la propiedad es PUBLIC . Además, también se puede especificar un especificador de acceso para cada setter y getter. Esto tiene prioridad sobre el propio especificador de acceso de la propiedad.

Por lo tanto, una declaración de propiedad tiene la siguiente estructura:

```
1  PROPERTY <Access specifier> <Name> : <Datatype>
```

En el Objeto Propiedad es obligatorio que retorne un valor...

[🔗 Documentación de Codesys del Objeto propiedad](#)

[🔗 Documentación de Beckhoff del Objeto propiedad](#)

- [🔗 https://twincontrols.com/community/twincat-troubleshooting/utilizing-properties/#post-76](https://twincontrols.com/community/twincat-troubleshooting/utilizing-properties/#post-76)

## 3.4 Inheritance

### 3.4.1 Herencia:

Los bloques de funciones son un medio excelente para mantener las secciones del programa separadas entre sí. Esto mejora la estructura del software y simplifica significativamente la reutilización. Anteriormente, ampliar la funcionalidad de un bloque de funciones existente siempre era una tarea delicada. Esto significó modificar el código o programar un nuevo bloque de funciones alrededor del bloque existente (es decir, el bloque de funciones existente se incrustó efectivamente dentro de un nuevo bloque de funciones). En el último caso, fue necesario crear todas las variables de entrada nuevamente y asignarlas a las variables de entrada para el bloque de funciones existente. Lo mismo se requería, en sentido contrario, para las variables de salida.

TwinCAT 3 introduce el concepto de herencia. La herencia es uno de los principios fundamentales de la programación orientada a objetos. La herencia implica derivar un nuevo bloque de funciones a partir de un bloque de funciones existente. A continuación, se puede ampliar el nuevo bloque. En la medida permitida por los especificadores de acceso del bloque de funciones principal, el nuevo bloque de funciones hereda todas las propiedades y métodos del bloque de funciones principal. Cada bloque de funciones puede tener cualquier número de bloques de funciones secundarios, pero solo un bloque de funciones principal. La derivación de un bloque de funciones se produce en la nueva declaración del bloque de funciones. El nombre del nuevo bloque de funciones va seguido de la palabra clave EXTENDS seguida del nombre del bloque de funciones principal. Por ejemplo:

```
1 FUNCTION_BLOCK PUBLIC FB_NewEngine EXTENDS FB_Engine El nuevo bloque de funciones derivado ( FB_NewEngine )
posee todas las propiedades y métodos de su padre ( FB_Engine ). Sin embargo, los métodos y las propiedades solo se heredan
cuando el especificador de acceso lo permite.
```

El bloque de funciones secundario también hereda todas las variables locales, VAR\_INPUT , VAR\_OUTPUT y VAR\_IN\_OUT del bloque de funciones principal. Este comportamiento no se puede modificar mediante especificadores de acceso.

Si los métodos o las propiedades del bloque de funciones principal se han declarado como PROTEGIDOS , el bloque de funciones secundario ( FB\_NewEngine ) podrá acceder a ellos, pero no desde fuera de FB\_NewEngine .

La herencia se aplica solo a las POU de tipo FUNCTION\_BLOCK .

Especificadores de acceso Las declaraciones FUNCTION\_BLOCK , FUNCTION o PROGRAM pueden incluir un especificador de acceso. Esto restringe el acceso y, en su caso, la capacidad de heredar.

PÚBLICO Cualquiera puede llamar o crear una instancia de la POU. Además, si la POU es un FUNCTION\_BLOCK , se puede usar para la herencia. No se aplican restricciones. INTERNO La POU solo se puede utilizar dentro de su propio espacio de nombres. Esto permite que las POU estén disponibles solo dentro de una determinada biblioteca, por ejemplo. FINAL El FUNCTION\_BLOCK no puede servir como un bloque de funciones principal. Los métodos y las propiedades de esta POU no se pueden heredar. FINAL solo está permitido para POU del tipo FUNCTION\_BLOCK . La configuración predeterminada donde no se define ningún especificador de acceso es PUBLIC . Los especificadores de acceso PRIVATE y PROTECTED no están permitidos en las declaraciones de POU.

Si planea utilizar la herencia, la declaración del bloque de funciones tendrá la siguiente estructura:

```
1 FUNCTION_BLOCK EXTENDS Métodos de sobrescritura El nuevo FUNCTION_BLOCK FB_NewEngine , que se deriva de
FB_Engine , puede contener propiedades y métodos adicionales. Por ejemplo, podemos agregar la propiedad Gear . Esta
propiedad se puede utilizar para consultar y cambiar la marcha actual. Es necesario configurar getters y setters para esta
propiedad.
```

Sin embargo, también debemos asegurarnos de que el parámetro nGear del método Start() se pase a esta propiedad. Debido a que el bloque de funciones principal FB\_Engine no tiene acceso a esta nueva propiedad, se debe crear un nuevo método con exactamente los mismos parámetros en FB\_NewEngine . Copiamos el código existente al nuevo método y agregamos nuevo código para que el parámetro nGear se pase a la propiedad Gear .

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 METHOD PUBLIC Start VAR_INPUT nGear : INT := 2; fVelocity : LREAL := 8.0; END_VAR
```

```
IF (fVelocity < MaxVelocity) THEN velocityInternal := fVelocity; ELSE velocityInternal := MaxVelocity; END_IF Gear := nGear; //
new La línea 12 copia el parámetro nGear a la propiedad Gear .
```

Cuando un método o propiedad que ya está presente en el bloque de funciones principal se redefine dentro del bloque de funciones secundario, esto se denomina sobrescritura. El bloque de funciones `FB_NewEngine` sobrescribe el método `Start()` .

Por lo tanto, `FB_NewEngine` tiene la nueva propiedad `Gear` y sobrescribe el método `Start()` .

imagen05

`1 fbNewEngine.Start(1, 7.5);` llama al método `Start()` en `FB_NewEngine` , ya que este método ha sido redefinido (sobrescrito) en `FB_NewEngine` .

Mientras que

`1 fbNewEngine.Stop();` llama al método `Stop()` desde `FB_Engine` . El método `Stop()` ha sido heredado por `FB_NewEngine` de `FB_Engine` .

## 3.5 Interface

---

### interface:

Una interfaz es una clase que contiene métodos y propiedades sin implementación. La interfaz se puede implementar en cualquier clase, pero esa clase debe implementar todos sus métodos y propiedades.

Si bien la herencia es una relación "es un", las interfaces se pueden describir como "se comporta como" o "tiene una" relación.

Las interfaces son objetos que permiten que varias clases diferentes tengan algo en común con menos dependencias. Las clases y los bloques de funciones pueden implementar varias interfaces diferentes. Uno puede pensar en los métodos y propiedades de la interfaz como acciones que significan cosas diferentes dependiendo de quién los esté ejecutando. Por ejemplo, la palabra "Correr" significa "mover a una velocidad más rápida que un paseo" para un ser humano, pero significa "ejecutar" para las computadoras.

Las clases o bloques de funciones que no comparten similitudes pueden implementar la misma interfaz. En este caso, la implementación de los métodos en cada clase puede ser totalmente diferente. Esto abre muchos enfoques de programación poderosos:

- Las POU pueden llamar a una interfaz para ejecutar un método o acceder a una propiedad, sin saber cuál clase o FB con el que se trata o cómo va a ejecutar la operación. La interfaz luego apunta a una clase o bloque de función que implementa la interfaz y la operación es ejecutado;
- Los programadores pueden crear cajas de interruptores fácilmente personalizables usando polimorfismo.

 [Codesys Comando 'Implementar interfaces'](#)

 [Codesys Objeto Interface](#)

 [Codesys Implementando Interfaces](#)

 [Beckhoff Objeto Interface](#)

 [Beckhoff Implementando Interfaces](#)

## 4. Variable types and special variables

---

### 4.0.1 Variable types and special variables:

The variable type defines how and where you can use the variable. The variable type is defined during the variable declaration.

### 4.0.2 Further Information:

- [Local Variables - VAR](#)
- [Input Variables - VAR\\_INPUT](#)
- [Output Variables - VAR\\_OUTPUT](#)
- [Input/Output Variables - VAR\\_IN\\_OUT, VAR\\_IN\\_OUT CONSTANT](#)
- [Global Variables - VAR\\_GLOBAL](#)
- Solo es posible su declaración en GVL (Lista de Variables Global)
- [Temporary Variable - VAR\\_TEMP](#)
- Esta funcionalidad es una extensión con respecto a la norma IEC 61131-3.
- Las variables temporales se declaran localmente entre las palabras clave VAR\_TEMP y END\_VAR.
- VAR\_TEMP declaraciones sólo son posibles en **programas y bloques de funciones**.
- TwinCAT reinicializa las variables temporales cada vez que se llama al bloque de funciones.

La aplicación sólo puede acceder a variables temporales en la parte de implementación de un programa o bloque de funciones. - [Static Variables - VAR\\_STAT](#) - Esta funcionalidad es una extensión con respecto a la norma IEC 61131-3. - Las variables estáticas se declaran localmente entre las palabras clave VAR\_STAT y END\_VAR. TwinCAT inicializa las variables estáticas cuando se llama por primera vez al bloque de funciones respectivo. - Puede tener acceso a las variables estáticas sólo dentro del espacio de nombres donde se declaran las variables (como es el caso de las variables estáticas en C). Sin embargo, las variables estáticas conservan su valor cuando la aplicación sale del bloque de funciones. Puede utilizar variables estáticas, como contadores para llamadas a funciones, por ejemplo. - Puede extender variables estáticas con una palabra clave de atributo. - Las variables estáticas solo existen una vez. Esto también se aplica a las variables estáticas de un bloque de funciones o un método de bloque de funciones, incluso si el bloque de funciones se instancia varias veces. - [External Variables - VAR\\_EXTERNAL](#) - Las variables externas son variables globales que se "importan" en un bloque de funciones. - Puede declarar las variables entre las palabras clave VAR\_EXTERNAL y END\_VAR. Si la variable global no existe, se emite un mensaje de error.

- En TwinCAT 3 PLC no es necesario que las variables se declaren como externas. La palabra clave existe para mantener la compatibilidad con IEC 61131-3. - Si, no obstante, utiliza variables externas, asegúrese de abordar las variables asignadas (con AT %I o AT %Q) sólo en la lista global de variables. El direccionamiento adicional de las instancias de variables locales daría lugar a duplicaciones en la imagen del proceso. - Estas variables declaradas también tiene que estar declarada la misma variable con el mismo nombre en una GVL (Lista de Variables Global) - [Instance Variables - VAR\\_INST](#) - TwinCAT crea una variable VAR\_INST de un método no en la pila de métodos como las variables VAR, sino en la pila de la instancia del bloque de funciones. Esto significa que la variable VAR\_INST se comporta como otras variables de la instancia del bloque de función y no se reinicializa cada vez que se llama al método. - VAR\_INST variables solo están permitidas en los métodos de un bloque de funciones, y el acceso a dicha variable solo está disponible dentro del método. Puede supervisar los valores de las variables de instancia en la parte de declaración del método. - Las variables de instancia no se pueden extender con una palabra clave de atributo. - [Remanent Variables - PERSISTENT, RETAIN](#) Las variables remanentes pueden conservar sus valores más allá del tiempo de ejecución habitual del programa. Las variables remanentes se pueden declarar como variables RETAIN o incluso más estrictamente como variables PERSISTENTES en el proyecto PLC.

Un requisito previo para la funcionalidad completa de las variables RETAIN es un área de memoria correspondiente en el controlador (NovRam). Las variables persistentes se escriben solo cuando TwinCAT se apaga. Esto requerirá generalmente un UPS correspondiente. Excepción: Las variables persistentes también se pueden escribir con el bloque de función FB\_WritePersistentData.

Si el área de memoria correspondiente no existe, los valores de las variables RETAIN y PERSISTENT se pierden durante un corte de energía.



Variables remanentes - PERSISTENT, RETAIN 1:

La declaración AT no debe utilizarse en combinación con VAR RETAIN o VAR PERSISTENT.

Variables persistentes Puede declarar variables persistentes agregando la palabra clave PERSISTENT después de la palabra clave para el tipo de variable (VAR, VAR\_GLOBAL, etc.) en la parte de declaración de los objetos de programación.

Las variables PERSISTENTES conservan su valor después de una terminación no controlada, un Reset cold o una nueva descarga del proyecto PLC. Cuando el programa se reinicia, el sistema continúa funcionando con los valores almacenados. En este caso, TwinCAT reinicializa las variables "normales" con sus valores iniciales especificados explícitamente o con las inicializaciones predeterminadas. En otras palabras, TwinCAT solo reinicializa las variables PERSISTENTES durante un origen de Restablecer.

Un ejemplo de aplicación para variables persistentes es un contador de horas de funcionamiento, que debe continuar contando después de un corte de energía y cuando el proyecto PLC se descarga nuevamente.

Tabla de información general que muestra el comportamiento de las variables PERSISTENTES Después del comando en línea

VAR PERSISTENTE

Restablecer frío

Los valores se conservan

Restablecer origen

Los valores se reinician

Descargar

Los valores se conservan

Cambio en línea

Los valores se conservan

Evite usar el tipo de datos POINTER TO en listas de variables persistentes, ya que los valores de dirección pueden cambiar cuando el proyecto PLC se descargue nuevamente. TwinCAT emite las advertencias correspondientes del compilador. Declarar una variable local como PERSISTENTE en una función no tiene ningún efecto. La persistencia de datos no se puede utilizar de esta manera. El comportamiento durante un restablecimiento en frío puede verse influenciado por el pragma 'TcInitOnReset'

Variables RETAIN Puede declarar variables RETAIN agregando la palabra clave RETAIN después de la palabra clave para el tipo de variable (VAR, VAR\_GLOBAL, etc.) en la parte de declaración de los objetos de programación.

Las variables declaradas como RETAIN dependen del sistema de destino, pero normalmente se administran en un área de memoria separada que debe protegerse contra fallas de energía. El llamado controlador Retain asegura que las variables RETAIN se escriban al final de un ciclo PLC y solo en el área correspondiente de la NovRam. El manejo del controlador de retención se describe en el capítulo "Conservar datos" de la documentación de C/C++.

Las variables RETAIN conservan su valor después de una terminación incontrolada (corte de energía). Cuando el programa se reinicia, el sistema continúa funcionando con los valores almacenados. En este caso, TwinCAT reinicializa las variables "normales" con sus valores iniciales especificados explícitamente o con las inicializaciones predeterminadas. TwinCAT reinicializa las variables RETAIN en un origen de restablecimiento.

Una posible aplicación es un contador de piezas en una planta de producción, que debe seguir contando después de un corte de energía.

Tabla general que muestra el comportamiento de las variables RETAIN Después del comando en línea

RETENCIÓN DE VAR

Restablecer frío

Los valores se conservan

Restablecer origen

Los valores se reinician

Descargar

Los valores se conservan - [SUPER](#) - [THIS](#) - [Variable types - attribute keywords](#) - [RETAIN](#); for remanent variables of type [RETAIN](#) - [PERSISTENT](#); for remanent variables of type [PERSISTENT](#) - [CONSTANT](#); for constants

---

#### 4.0.3

---

- [infosys.beckhoff.com/](https://infosys.beckhoff.com/)
- [infosys.beckhoff.com/](https://infosys.beckhoff.com/)
- [www.plccoder.com/instance-variables-with-var\\_inst](https://www.plccoder.com/instance-variables-with-var_inst)
- [www.plccoder.com/var\\_temp-var\\_stat-and-var\\_const](https://www.plccoder.com/var_temp-var_stat-and-var_const)
- [Tipos de variables y variables especiales](#)

## 5. SUPER pointer

---

### 5.0.1 SUPER puntero:

cada bloque de funciones que se deriva de otro bloque de funciones tiene acceso a un puntero llamado SUPER . Esto se puede usar para acceder a elementos (métodos, propiedades, variables locales, etc.) desde el bloque de funciones principal.

En lugar de copiar el código del bloque de funciones principal al nuevo método, el puntero SUPER se puede usar para llamar al método desde el bloque de funciones . Esto elimina la necesidad de copiar el código.

- [SUPER puntero Infosys Beckhoff](#)

## 6. THIS pointer

---

### 6.0.1 ESTE puntero:

El puntero THIS está disponible para todos los bloques de funciones y apunta a la instancia de bloque de funciones actual. Este puntero es necesario siempre que un método contenga una variable local que oculte una variable en el bloque de funciones.

Una declaración de asignación dentro del método establece el valor de la variable local. Si queremos que el método establezca el valor de la variable local en el bloque de funciones, necesitamos usar el puntero THIS para acceder a él.

Al igual que con el puntero SUPER, el puntero THIS también debe estar siempre en mayúsculas.

- [THIS puntero Infosys Beckhoff](#)

## 7. Types of data

---

### 7.0.1 tipos de datos:

---

### 7.0.2 Las ventajas de las estructuras de datos.

---

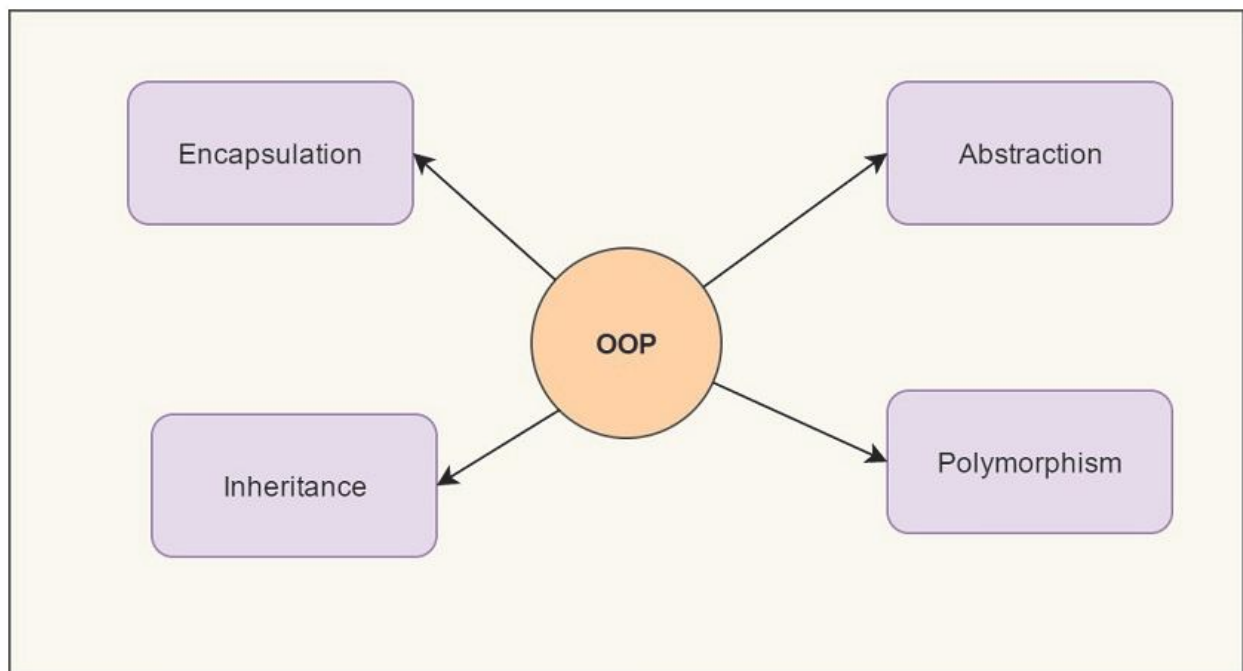
- La principal aportación de las estructuras de datos y los tipos de datos creados por el usuario es la claridad y el orden del código resultante.
- 
- Estructuras de datos: (STRUCT)
  - Datos de usuario:UDT (User Data Type) Los UDT (User Data Type) son tipos de datos que el usuario crea a su medida, según las necesidades de cada proyecto.

## 8. OOP Principles

---

Principios OOP: (4 pilares)

- **Abstracción** -- La forma de **plasmear algo hacia el código** para enfocarse en su uso. No enfocarnos tanto en que hay por detras del codigo si no en el uso de este.
- **Encapsulamiento** -- No toda la información de nuestro objeto es **relevante y/o accesible** para el usuario.
- **Herencia** -- Es la cualidad de **heredar características** de otra clase. (EXTENDS)
- **Polimorfismo** -- Las **múltiples formas** que puede obtener un objeto si comparte la misma **clase o interfaz**. (IMPLEMENTS)



**Four Pillars of Object Oriented Programming**

## 8.1 Abstraction

---

### **abstraccion**

Abstraction is the process of hiding important information, showing only the most essential information. It reduces code complexity and isolates the impact of changes. Abstraction can be understood from a real-life example: turning on a television must only require clicking on a button, as people don't need to know or the process that it goes through. Even though that process can be complex and important, there is no need for the user to know how it is implemented. The important information that isn't required is hidden from the user, reducing code complexity, enhancing data hiding and reusability, thus making function blocks easier to implement and modify.

- <https://www.plccoder.com/abstract/>

## 8.2 Encapsulation

---

### encapsulamiento

La encapsulación se utiliza para agrupar datos con los métodos que operan en ellos y para ocultar datos en su interior. una clase, evitando que personas no autorizadas accedan directamente a ella. Reduce la complejidad del código y aumenta la reutilización. La separación del código permite la creación de rutinas que pueden ser reutilizadas en lugar de copiar y pegar código, reduciendo la complejidad del programa principal.

- <https://www.plccoder.com/encapsulation/>



## 8.3 Inheritance

---

### herencia

Inheritance allows the user to create classes based on other classes. The inherited classes can use the base class's functionalities as well as some additional functionalities that the user may define. It eliminates redundant code, prevents copying and pasting and makes expansion easier. This is very useful because it allows classes to be extended or modified (overridden) without changing the base class's code implementation. What do an old landline phone and a smartphone have in common? Both of them can be classified as phones. Should they be classified as objects? No, as they also define the properties and behaviors of a group of objects. A smartphone works just like a regular phone, but it is also able to take pictures, navigate the internet, and do many other things. So, old landline phone and smartphone are child classes that extend the parent phone class.

## 8.4 Polymorphism

### polimorfismo

The concept of polymorphism is derived by the combination of two words: Poly (Many) and Morphism (Form). It refactors ugly and complex switch cases/case statements. Object-Oriented PLC Programming 8 Polymorphism allows an object to change its appearance and performance depending on the practical situation in order to be able to carry out a particular task [10]. It can be either static or dynamic: static polymorphism occurs when the object's type is defined by the compiler; dynamic polymorphism occurs when the type is determined during run-time, making it possible for a same variable to access different objects while the program is running. A good example to explain polymorphism is a Swiss Army Knife (Figure 2.4): Figure 2.4 - Swiss Army Knife A Swiss Army Knife is a single tool that includes a bunch of resources that can be used to solve different issues. Selecting the proper tool, a Swiss Army Knife can be used to efficiently perform a certain set of valuable tasks. In the dual way, a simple adder block that adapts itself to cope with, for instance, int, float, string, and time data types is an example of a polymorphic programming resource.

- <https://www.plccoder.com/polymorphism/>
- <https://www.plccoder.com/abstract/>

¿Como conseguir el Polimorfismo?

El polimorfismo se puede obtener gracias a las Interfaces y/o las Clases Abstractas.

.Interface: (INTERFACE) - Son un **contrato que obliga** a una clase a **implementar** las **propiedades** y/o **métodos** definidos. - Son una plantilla (sin lógica).

.Clases Abstractas: (ABSTRACT) - Son Clases que no se pueden instanciar, solo pueden ser implementadas a través de la herencia.

- Diferencias:

Clases abstractas	Interfaces
1.- Limitadas a una sola implementación.	1. No tiene limitación de implementación.
2.- Pueden definir comportamiento base.	2. Expone propiedades y métodos abstractos (sin lógica).

.Relaciones:

Vamos a ver 2 tipos de relaciones:

- Asociación.
- **De uno a uno:** Una clase mantiene una **asociación de a uno** con otra clase.
- **De uno a muchos:** Una clase mantiene una asociación con otra clase **a través de una colección**.
- **De muchos a muchos:** La **asociación se da en ambos lados** a través de una colección.
- Colaboración.
- La colaboración se da **a través de una referencia de una clase** con el fin de **lograr un cometido**.

## 9. SOLID

---



### *Principles of Object Oriented Design*

- Propuesta por **Robert C.Martin** en el 2000. - Son **recomendaciones** para escribir un código **sostenible,mantenible,escalable y robusto**. - Beneficios:
- Alta **Cohesión**. Colaboracion entre clases. - Bajo **Acoplamiento**. Evitar que una clase dependa fuertemente de otra clase.
- **Principio de Responsabilidad Única**: Una clase debe tener **una razón** para existir mas no para cambiar.
- **Principio de Abierto/Cerrado**: Las piezas del software deben estar **abiertas para la extensión** pero **cerradas para la modificación**.
- **Principio de Sustitución de Liskov**: Las **clases subtipos** deberían ser reemplazables por sus **clases padres**.
- **Principio de Segregación de Interfaz**: Varias **interfaces** funcionan **mejor que una sola**.
- **Principio de Inversión de Dependencia**: Clases de **alto nivel** no deben depender de las clases **bajo nivel**.

## 9.1 Sole Responsibility Principle

---

**Principio de Responsabilidad Única**

## 9.2 Open/Closed Principle

---

**Principio de Abierto/Cerrado**

## 9.3 Liskov Substitution Principle

---

**Principio de sustitución de Liskov**

## 9.4 Interface Segregation Principle

---

**Principio de Segregación de Interfaz**



## 9.5 Dependency Inversion Principle

---

### Principio de Inversión de Dependencia

## 10. UML

---

### 10.1 UML

---

#### UML

- <https://www.plccoder.com/twincat-uml-class-diagram/>

## 10.2 Class UML

---

### Class UML

#### UML:

- [www.lucidchart.com/tutorial-de-diagrama-de-clases-uml](http://www.lucidchart.com/tutorial-de-diagrama-de-clases-uml)
- [www.edrawsoft.com/uml-class-diagram-explained](http://www.edrawsoft.com/uml-class-diagram-explained)
- [blog.visual-paradigm.com/what-are-the-six-types-of-relationships-in-uml-class-diagrams](http://blog.visual-paradigm.com/what-are-the-six-types-of-relationships-in-uml-class-diagrams)
- Ingeniería del Software: Fundamentos de UML usando Papyrus
- [plantuml.com/class-diagram](http://plantuml.com/class-diagram)
- [www.planttext.com](http://www.planttext.com)

## 10.3 StateChart UML

---

### 10.3.1 state chart:

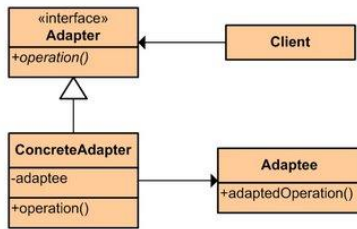
---

## 11. Design patterns

---

### PATRONES DE DISEÑOS

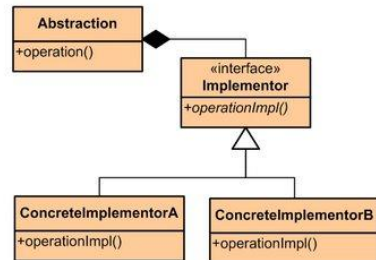
“Los patrones de diseño son descripciones de objetos y clases conectadas que se personalizan para resolver un problema de diseño general en un contexto particular”. - Gang of Four



### Adapter

Type: Structural

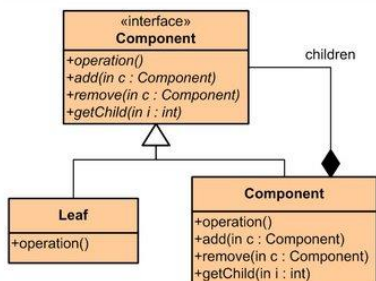
**What it is:**  
Convert the interface of a class into another interface clients expect. Lets classes work together that couldn't otherwise because of incompatible interfaces.



### Bridge

Type: Structural

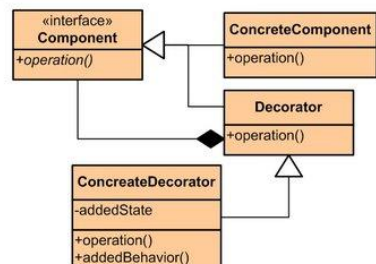
**What it is:**  
Decouple an abstraction from its implementation so that the two can vary independently.



### Composite

Type: Structural

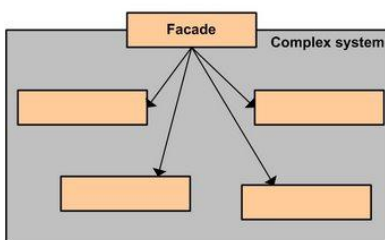
**What it is:**  
Compose objects into tree structures to represent part-whole hierarchies. Lets clients treat individual objects and compositions of objects uniformly.



### Decorator

Type: Structural

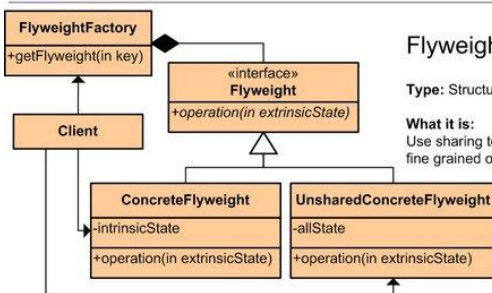
**What it is:**  
Attach additional responsibilities to an object dynamically. Provide a flexible alternative to sub-classing for extending functionality.



### Facade

Type: Structural

**What it is:**  
Provide a unified interface to a set of interfaces in a subsystem. Defines a high-level interface that makes the subsystem easier to use.



### Flyweight

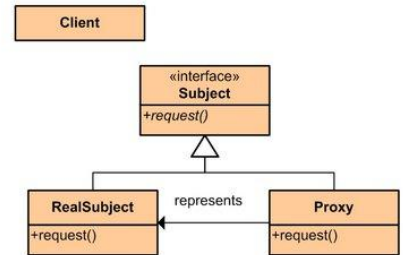
Type: Structural

**What it is:**  
Use sharing to support large numbers of fine grained objects efficiently.

### Proxy

Type: Structural

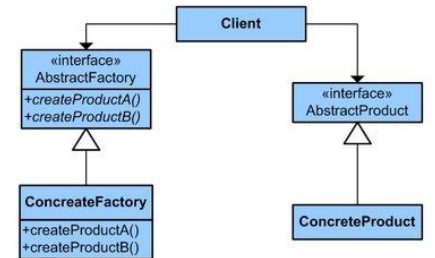
**What it is:**  
Provide a surrogate or placeholder for another object to control access to it.



### Abstract Factory

Type: Creational

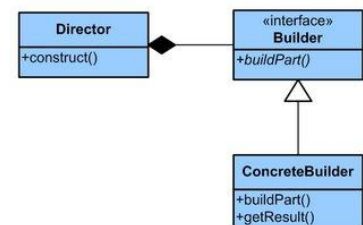
**What it is:**  
Provides an interface for creating families of related or dependent objects without specifying their concrete class.



### Builder

Type: Creational

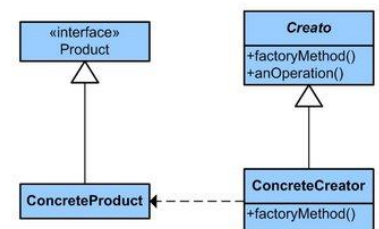
**What it is:**  
Separate the construction of a complex object from its representing so that the same construction process can create different representations.



### Factory Method

Type: Creational

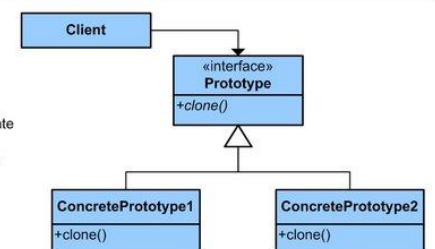
**What it is:**  
Define an interface for creating an object, but let subclasses decide which class to instantiate. Lets a class defer instantiation to subclasses.



### Prototype

Type: Creational

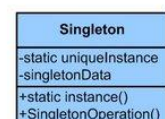
**What it is:**  
Specify the kinds of objects to create using a prototypical instance, and create new objects by copying this prototype.



### Singleton

Type: Creational

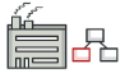
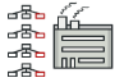

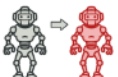

**What it is:**  
Ensure a class only has one instance and provide a global point of access to it.



# The Catalog of Design Patterns

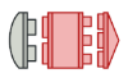


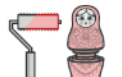

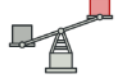

## Creational patterns

These patterns provide various object creation mechanisms, which increase flexibility and reuse of existing code.

	
Factory Method	Abstract Factory
	
Builder	Prototype
	
Singleton	




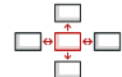
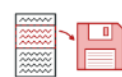

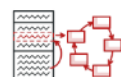
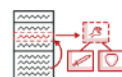


## Structural patterns

These patterns explain how to assemble objects and classes into larger structures while keeping these structures flexible and efficient.

	
Adapter	Bridge
	
Composite	Decorator
	
Facade	Flyweight
	
Proxy	

## Behavioral patterns

These patterns are concerned with algorithms and the assignment of responsibilities between objects.

			
Chain of Responsibility	Command	Iterator	Mediator
			
Memento	Observer	State	Strategy
			
Template Method	Visitor		

# Patrones de diseño creacional

Los patrones de diseño creacional proporcionan varios mecanismos de creación de objetos, que aumentan la flexibilidad y la reutilización del código existente.



## Método de fábrica

Proporciona una interfaz para crear objetos en una superclase, pero permite que las subclasses modifiquen el tipo de objetos que se crearán.



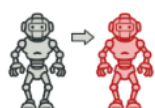
## Fábrica abstracta

Le permite producir familias de objetos relacionados sin especificar sus clases concretas.



## Constructor

Le permite construir objetos complejos paso a paso. El patrón le permite producir diferentes tipos y representaciones de un objeto utilizando el mismo código de construcción.



## Prototipo

Le permite copiar objetos existentes sin hacer que su código dependa de sus clases.

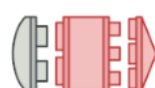


## único

Le permite asegurarse de que una clase tenga solo una instancia, mientras proporciona un punto de acceso global a esta instancia.

# Patrones de diseño estructural

Los patrones de diseño estructural explican cómo ensamblar objetos y clases en estructuras más grandes, manteniendo estas estructuras flexibles y eficientes.



## Adaptador

Permite que objetos con interfaces incompatibles colaboren.



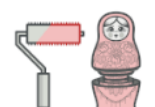
## Puente

Le permite dividir una clase grande o un conjunto de clases estrechamente relacionadas en dos jerarquías separadas, abstracción e implementación, que se pueden desarrollar de forma independiente.



## Compuesto

Le permite componer objetos en estructuras de árbol y luego trabajar con estas estructuras como si fueran objetos individuales.



## Decorador

Le permite adjuntar nuevos comportamientos a los objetos colocando estos objetos dentro de objetos contenedores especiales que contienen los comportamientos.



## Fachada

Proporciona una interfaz simplificada para una biblioteca, un marco o cualquier otro conjunto complejo de clases.



## peso mosca

Le permite colocar más objetos en la cantidad disponible de RAM al compartir partes comunes del estado entre múltiples objetos en lugar de mantener todos los datos en cada objeto.



## Apoderado

Le permite proporcionar un sustituto o marcador de posición para otro objeto. Un proxy controla el acceso al objeto original, lo que le permite realizar algo antes o después de que la solicitud llegue al objeto original.



# Patrones de diseño de comportamiento

Los patrones de diseño de comportamiento se ocupan de los algoritmos y la asignación de responsabilidades entre objetos.



## Cadena de responsabilidad

Le permite pasar solicitudes a lo largo de una cadena de controladores. Al recibir una solicitud, cada controlador decide procesarla o pasarla al siguiente controlador de la cadena.



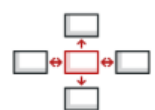
## Dominio

Convierte una solicitud en un objeto independiente que contiene toda la información sobre la solicitud. Esta transformación le permite pasar solicitudes como argumentos de método, retrasar o poner en cola la ejecución de una solicitud y admitir operaciones que se pueden deshacer.



## iterador

Le permite recorrer elementos de una colección sin exponer su representación subyacente (lista, pila, árbol, etc.).



## Mediator

Le permite reducir las dependencias caóticas entre objetos. El patrón restringe las comunicaciones directas entre los objetos y los obliga a colaborar solo a través de un objeto mediador.



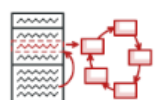
## Recuerdo

Le permite guardar y restaurar el estado anterior de un objeto sin revelar los detalles de su implementación.



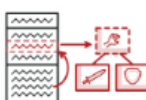
## Observador

Le permite definir un mecanismo de suscripción para notificar a varios objetos sobre cualquier evento que le suceda al objeto que están observando.



## Expresar

Permite que un objeto altere su comportamiento cuando cambia su estado interno. Parece como si el objeto cambiara su clase.



## Estrategia

Le permite definir una familia de algoritmos, poner cada uno de ellos en una clase separada y hacer que sus objetos sean intercambiables.



## Método de plantilla

Define el esqueleto de un algoritmo en la superclase pero permite que las subclases anulen pasos específicos del algoritmo sin cambiar su estructura.



## Visitante

Le permite separar los algoritmos de los objetos en los que operan.

Clasificación según su propósito: Los patrones de diseño se clasificaron originalmente en tres grupos:

- Creacionales.
- Estructurales.
- De comportamiento.

Clasificación según su ámbito:

- De clase: Basados en la herencia de clases.
- De objeto: Basados en la utilización dinámica de objetos.

## Patrones creacionales:

- Builder
- Singleton
- Dependency Injection
- Service Locator
- Abstract Factory
- Factory Method

## Patrones estructurales:

- Adapter
- Data Access Object (DAO)
- Query Object
- Decorator
- Bridge

## Patrones de comportamiento:

- Command
- Chain of Responsibility
- Strategy
- Template Method
- Interpreter
- Observer
- State
- Visitor
- Iterator

## 12. Links

---

### 12.0.1 Links

---