

# Cómo programar STEP 7 y no morir en el intento



Programación  
**SIEMENS**.com

Autor: Iñigo Gútierez Chagartegui

## Aviso Legal

Este libro se ha producido con pasión y esfuerzo por Iñigo Gútiez, dueño de los derechos de autor del mismo, Copyright 2014 Todos los derechos reservados.

En este momento de finalizar el eBook, son incontables las horas que ha llevado confeccionarlo. El libro no es nada más que el compendio de un montón de entradas del blog <http://programacionsiemens.com> donde he dejado a lo largo de estos dos últimos años gran parte de mi tiempo libre de forma gratuita. Pero no es el caso de este libro electrónico. Te pido por ello que:

- No copies partes de este eBook ni lo publiques con o sin atribución o créditos.
- No publique este eBook en plataformas gratuitas.

No es un libro cualquiera. Para empezar porque está en formato electrónico que si bien puedes imprimirlo, perdería toda su esencia al tener incrustados un montón de links a vídeos explicativos con ejemplos de programación.

En segundo lugar porque los capítulos probablemente no sigan un orden teórico lógico ni lo pretenden. Son las transcripciones más o menos fidedignas de lo escrito en el blog y de ahí su singularidad.

Finalmente porque toda la información aquí recogida ya ha sido publicada en el blog, por lo que no hay conocimiento nuevo expuesto a lo largo de las próximas ciento y pico páginas.

Ni que decir tiene que Simatic Step 7 es una marca registrada por Siemens

## Agradecimientos y dedicatoria

Mi primer agradecimiento es para ti por haber adquirido este ejemplar pudiendo haber seguido bebiendo exclusivamente del blog. Si no tuvieras interés por el blog y apreciaras el esfuerzo que supone su publicación difícilmente este libro hubiera visto la luz.

Mi segundo agradecimiento es para Carlos de [www.masvoltaje.com](http://www.masvoltaje.com) por las innumerables horas que hemos pasado charlando de lo humano y lo divino... hasta hemos buscado tiempo para hablar del blog. Aún lo seguimos haciendo.

Por último, pero la primera en importancia, se lo dedico a mi mujer Susana por su infinita paciencia conmigo, que no siempre es fácil. Por sus consejos. Por su cariño y su dulzura. Por ser la mujer de mi vida.

## Contenido

Aviso Legal .....	1
Agradecimientos y dedicatoria .....	1
0. Prefacio .....	11
¿Qué es este libro? .....	11
¿Qué NO es este libro? .....	11
¿Necesitaré papel y pinturillas de colores? .....	11
¿También WinCC? .....	12
¿Qué temas contendrá el libro? .....	12
¿Garantía? .....	12
1. Introducción a la programación en Step 7 .....	13
Programación en Step 7 .....	13
Estructura de la memoria .....	13
Imagen de E/S .....	14
E/S de la periferia .....	14
Marcas .....	14
Temporizadores y contadores .....	14
Módulos de datos (DB) .....	15
Variables temporales .....	15
Módulos .....	16
Módulos de organización .....	16
Funciones (FC) .....	17
Bloques de función (FB) .....	18
Módulos de datos (DB) .....	20
Módulos de sistema .....	21
Ciclo del programa .....	22
¿Cómo se puede superar este tiempo? .....	23
2. Métodos de arranque: OB100, OB101 y OB102 .....	24
¿Qué es un OB de arranque? .....	24
Ahora sí, que la hemos liado.. quee ¿qué? .....	24
Arranque completo (arranque en caliente) .....	24
Arranque en frío .....	24
Rearranque .....	24
3 métodos de arranque en Step7 .....	25
OB100 para el arranque completo .....	25
OB102 para el arranque en frío .....	25

OB101 re arranque .....	25
Programación del OB100 .....	25
3. El entorno de desarrollo de Step 7.....	27
El entorno de desarrollo de Step 7 Simatic Manager.....	27
El configurador de hardware .....	28
El configurador de redes .....	28
El editor de símbolos.....	29
El editor de código.....	29
Nuestro primer proyecto en Step 7 “HELLO WORLD!!” .....	30
4. Álgebra booleana (lógica binaria) .....	31
¿Qué es el Álgebra booleana en Step 7?.....	31
¿No hay más?.....	31
Al grano.....	32
¿Cómo se hace un AND y un OR?.....	32
5. FB en Step 7 - Ejemplo de una bomba de agua.....	33
FB en Step 7 .....	33
Ejemplo de maniobra de una Bomba de agua.....	33
Resolución del ejercicio.....	35
6. Funciones en PLC Siemens con ejemplo de semáforo .....	36
¿Qué son los FC en Step 7? .....	36
FC Vs. FB .....	36
Muy bien, pero ¿qué vamos a ver en este capítulo? .....	36
¿En qué va a consistir el ejemplo del semáforo? .....	37
¿Qué herramientas vamos a necesitar para crear este FC en Step 7? .....	37
7. Formas de crear marcas cíclicas en Step 7 .....	39
Marcas cíclicas del PLC .....	39
¿Cómo se activa? .....	40
¿Y ahora? .....	40
Marcas cíclicas usando temporizadores.....	41
Marcas cíclicas usando un OB cíclico .....	41
Teniendo OB cíclicos, ¿no hay más formas? .....	42
8. Algebra booleana (II) – AWL en Step 7.....	43
AWL en Step 7 .....	43
¿Ensamblador? Ya me estas asustando... ..	43
Instrucciones básicas para programar AWL en Step 7 .....	44
¿No hay negadas? .....	44
¿No hay más? .....	45

Operaciones de Y lógica.....	45
Ya bien, pero estooo, una cosita que te quería comentar.....	45
¿Qué es el RLO? .....	45
La definición ha quedado chulísima pero no he entendido ni papa.....	45
Operación O lógica.....	46
¿Por qué? .....	46
Paréntesis en AWL en Step 7 .....	47
Operandos de cierre de consulta.....	48
9. Step 7... AWL, FUP o KOP ¿Cuál elijo? .....	49
FUP.....	49
KOP .....	49
AWL.....	50
10. SET y RESET en AWL y alguna cosilla más.....	52
¿Ya sólo nos queda ver SET y RESET en AWL en lógica binaria?.....	52
¿Qué es un set y reset en AWL?.....	52
¿Qué pasa si se dan ambas condiciones, SET y RESET en AWL?.....	52
¿Puede darse ese caso?.....	52
¿Es grave? .....	52
¿Qué pasa si se da?.....	53
¿De qué depende?.....	53
¿Esto sólo se puede dar en AWL?.....	53
¿Qué pasa si mezclo Set, Reset e igualaciones? .....	53
Vale, vale... pero ¿qué hay del SET y RESET en AWL? .....	53
¿Chupado no?.....	53
Forzado del RLO – SET y CLR .....	54
¿Cuánto valdrá A1.0?.....	54
Flancos en AWL.....	54
11. Función MOVE en Step 7.....	56
MOVE en Step 7 (en cristiano).....	57
¿Ahora bien, y si hago un MD4 a MW10?.....	57
¿Y ya está? .....	57
12. Cómo usar los acumuladores en AWL .....	59
Acumuladores en AWL.....	59
Pero si los acumuladores en AWL son dos, ¿qué pasa con el ACU2?.....	59
¿Qué tendrían entonces el ACU1 y el ACU2?.....	60
¿Qué más operaciones se pueden hacer? .....	60
¿Qué seguridades hay a la hora de realizar operaciones matemáticas? .....	60

Guay. Pues lo sumo en AWL.....	60
¿Valor de MW10?.....	60
Forma en que carga y se transfiere al ACU1 .....	61
¿Qué ocurre cuando lees el ACU1? .....	61
¿Menudo lío no?.....	61
Operaciones con los acumuladores que afectan al RLO .....	61
¿Cuántas operaciones con los acumuladores hay? .....	62
13.    Operaciones - Calculadora científica.....	63
Ejemplo en Step 7 de calculadora científica .....	63
¿Qué vamos a repasar con este ejemplo en Step 7? .....	63
¿Qué requerimientos va a tener? .....	64
¿Tampoco es para tanto no?.....	64
¿Me lo explicas? .....	64
14.    Palabra de estado en Step7.....	65
La palabra de estado en Step 7 ¿qué es?.....	65
Los bits de la palabra de estado.....	65
Vale, nombres chulos, pero quitando al RLO y el STA, los demás como que.....	66
Bit 0 -/FC .....	66
Bit 1 – RLO.....	66
Bit 2 – STA .....	66
Bit 3 – OR.....	66
Bit 4 y 5 – OS y OV.....	66
Bit 6 y 7 – CCO y CC1 .....	67
Bit 8 – BR .....	68
15.    Control del reloj del sistema en Step 7 .....	69
¿En qué consiste el ejemplo? .....	69
¿Cómo vamos a leer el reloj del sistema? .....	69
¿Cómo calcularemos el día del año?.....	70
¿Y si estamos en marzo... o en septiembre? .....	70
¿Qué es lo que falta? Pues saber si es bisiesto.....	70
¿Cómo calculamos si es un día bisiesto? .....	70
16.    Codificación de un display de 7 segmentos.....	72
¿Qué es un display de 7 segmentos? .....	72
¿Cómo tratamos los datos? .....	73
¿Qué es un número BCD? .....	73
¿Y el 10?.....	73
Tratar y filtrar un número de 3 cifras.....	73

Perdona, pero... que ¿qué? .....	74
Vale. Más o menos lo pilló... pero ¿para qué? .....	74
Ya si eso, igual con un ejemplo.....	74
¿Cómo se te ha quedado el cuerpo?.....	74
Mmmmm y ¿cómo lo soluciono yo ahora?.....	74
Desplazar los bits a la derecha.....	75
¿Qué es lo que hace la operación SHR_W?.....	75
¿Y las centenas? .....	75
Representación en un display de 7 segmentos .....	75
¿Una palabra a una doble? .....	76
Un momento, ¡¡ tú me has estado tomando el pelo todo el rato!!.....	76
17. Temporizadores S7.....	78
S_IMPULS Temporizadores como impulso .....	78
S_VIMP Temporizadores como impulso prolongado .....	79
S_EVERZ Temporizadores como retardo a la conexión.....	79
S_AVERZ Temporizadores como retardo a la desconexión .....	80
S_SEVERZ Temporizadores como retardo a la conexión con memoria .....	80
18. Ejemplos prácticos de temporizadores S7.....	81
Filtrado de señales.....	81
Filtro de guiños positivos.....	81
¿Cómo?.....	81
Filtro de guiños negativos.....	81
Filtro combinado.....	82
Crear un tren de pulsos.....	82
Destellos por un tiempo fijo de una señal .....	83
Reset de un relé de forma segura .....	83
19. Cómo crear un cronómetro en Step 7 .....	85
Cronómetro en Step 7 .....	85
WinCC Flexible .....	85
¿Cómo?.....	85
Ya, ya... ¿pero cómo calculas la posición?.....	85
20. Filtrado y enmascarado de bits en Step 7 .....	87
Cómo saber si hay una alarma activa (usando todas las alarmas) .....	87
¿No valdría con sumar y ya está?.....	88
Ummmm en general sí.... en particular... no. ....	88
¿Descubres la razón?.....	88
Filtrado y enmascarado de bits.....	88

Vale. Ahora sí que sí hago un cojo-OR eligiendo los bits.....	89
¿Cómo lo hacemos?.....	89
Vale. ¿Cómo podemos saber que hay una alarma descartando el M32.1 cómo queremos?.....	89
¿Se podría hacer con words en vez de con bytes?.....	91
21. Cómo realizar un tracking de datos en Step7.....	92
Tracking de datos en Step7.....	92
El "conceito" .....	92
¿Qué es lo que vamos a hacer? .....	92
Bien, vale... ¿pero cómo? .....	93
Y el SFC21 ¿para qué lo quieres?.....	93
Y claro, vamos a usar DB... ..	93
¿Cuál es mejor? .....	93
¿Por qué dices eso?.....	93
¿Solución?.....	94
¿Qué ventaja tiene usar un DB por posición?.....	94
Pues siempre uso DB separados y ya está.....	94
Vayamos con un ejemplo práctico .....	95
22. Contadores en Step 7 .....	96
Contadores en Step 7 usando un entero .....	96
Contadores en Step 7 usando INC y DEC.....	96
Contadores en Step 7 usando contadores S5 .....	97
Cómo cargar un valor a contadores en Step 7 .....	97
Sumar y restar sobre contadores en Step 7.....	97
Poner a cero un contador .....	98
¿Y en KOP? .....	98
23. Saltos: SPA, SPB y SPBN (If-Then-Else) .....	100
¿Qué son los saltos en Step 7?.....	100
SPA se usa para saltos incondicionales. ....	100
SPB y SPBN se usan para saltos condicionados al valor del RLO .....	101
¿Qué pasa si no se realiza el salto?.....	101
¿Vale, vale... pero como construyo un IF-THEN-ELSE?.....	102
¿Cómo lo hago con saltos en Step 7?.....	102
¿Lo vemos con un ejemplo? .....	102
¿Pero esto no se puede hacer con FUP o KOP? .....	103
24. Cómo anular partes de un programa.....	104
Anular parte de un programa comentando líneas.....	104
Anular parte de un programa realizando saltos. ....	104

Anular parte de un programa usando una marca nula .....	105
Anular parte de un programa usando BEA .....	105
25. Instrucción LOOP – El For /Next del PLC.....	106
Loop en Step 7 .....	106
¿Y cómo hago un FOR NEXT con LOOP en Step 7? .....	106
Filtrado de una señal analógica.....	107
26. Saltos SPL en Step 7. El Select Case en AWL.....	108
¿En qué consiste el SPL en Step 7? .....	108
27. Otros saltos .....	110
¿Estado del RB? ¿Lo qué? .....	110
Bit 8 – BR .....	110
Saltos en Step 7 con errores y resultados matemáticos.....	110
28. Desplazamiento y giro de bits en Step7 .....	112
Vale. Hasta ahí lo entiendo, pero ¿qué diferencia hay desplazar entero o un Word a la derecha? .....	112
¿Lo qué? .....	112
En principio no hay diferencia ¿no? .....	113
Y el giro de dobles palabras.....	113
¿Podrías poner un ejemplo real de desplazamiento y giro de bits en Step7?.....	114
29. Direccionamiento indirecto – Memoria y punteros a área.....	115
Direccionamiento indirecto .....	115
Direccionamiento Indirecto por Memoria .....	116
Formato palabra – número (indexados).....	116
Direccionamiento Indirecto con formato doble palabra – Punteros a área.....	116
¿Se puede cargar los punteros de otra forma? .....	117
30. Direccionamiento indirecto – Registros y áreas.....	119
Registro de direcciones.....	119
Cargar directamente el puntero .....	119
Cargar el puntero y transferirlo al AR1 .....	119
Cargar el valor numérico de bits y transferirlo al AR1 .....	119
Direccionamiento Indirecto por Registro e Intraárea/Interárea.....	120
¿Y esto qué significa en cristiano?.....	120
¿Resultado? .....	120
¿Qué se usa más? .....	120
Muy bien, me parece estupendo... pero me he perdido en el L MW [AR1, P#10.0]... ¿qué significa? .....	121
¿Es obligatorio poner ese <i>offset</i> siempre? .....	121

¿Qué pasa si cargo un P#50.0 en el AR1, cargo un offset P#0.1 y hago una lectura MB, MW o MD? .....	121
¿Qué más puedo hacer con los registros? .....	121
¿Qué operaciones puedo hacer con los registros? .....	121
¿Y todo esto, ya sirve para algo? .....	122
31. Comparar dos cadenas de caracteres .....	123
Comparar dos cadenas de caracteres en Step 7 .....	123
¿Para qué sirve eso? .....	123
¿Qué necesitaremos para comparar las cadenas de caracteres? .....	123
¿Y cómo vamos a hacer la comparación de las cadenas de caracteres en step7? .....	124
32. Qué es un OB de fallo .....	127
Listado de OB de fallo .....	127
33. Alarmas: Cómo activar y desactivar la baliza .....	129
Gestión de alarmas en S7 .....	129
¿Cómo hacerlo? .....	130
EI FC .....	130
EI DB .....	130
34. Buenas prácticas de programación en S7 .....	132
Tengo una hoja en blanco ¿Por dónde empiezo para realizar buenas prácticas de programación en S7? .....	132
Vale, ya tengo más o menos claro qué hace y qué necesito... ¿y ahora? .....	133
¿Por qué no el 111? .....	133
¿Qué nos va a permitir esto? .....	133
Asigna rangos a las I/O .....	134
¿Qué ganamos con ello? .....	134
¿Pero habría algún problema por ello? .....	135
¿Qué pasa con las marcas, temporizadores etc.? .....	135
Asigna nombres a las cosas .....	135
Buenas prácticas de programación en S7 .....	135
Asigna una marca de ciclo al principio del proyecto .....	136
Crear un Always_On y un Always_Off .....	137
Deja espacio, sé generoso con el que venga detrás... ..	137
No seas un talibán de ningún lenguaje. Usa todos a tu antojo, pero con orden.	137
Alarmas .....	138
Pantallas del HMI .....	138
¿Qué quiero decir con esto? .....	138
35. 4 formas de hacer una copia de seguridad de un proyecto de step7 .....	140

## Cómo programar Step 7 y no morir en el intento

Copia de seguridad de un proyecto de step7 offline .....	140
¿Con eso es suficiente? .....	140
Crear una copia de seguridad de un proyecto de step7 mediante archivado.....	140
Crear una copia de seguridad de un proyecto de step7 online exacta.....	141
Crear una copia de seguridad de un proyecto de step7 online por carpetas .....	141
36.    Cómo proteger bloques en Step 7... si puedes. ....	143
¿Proteger bloques en Step 7? ¿Para qué? .....	143

## 0. Prefacio.

Antes de empezar este libro me gustaría compartir contigo en qué va a consistir y cuál es su finalidad.

### ¿Qué es este libro?

Es un libro para aprender a programar en Step 7 desde cuasi cero. Esto significa que se darán por sentados conceptos como qué es un PLC y para qué sirve. Si has llegado hasta aquí entiendo que sería una pérdida de tiempo por tu parte y por la mía empezar desde más abajo. No quiero que este libro sea “de relleno”, sino que sea lo más didáctico y práctico que sepa lograr, introduciendo la teoría y conceptos mínimos para poder comenzar a trabajar.

En cuanto al contenido veremos juntos la mayoría de las funciones y bloques que dispone S7 con los que comenzar de una forma razonablemente solvente a programar en un entorno S7.

### ¿Qué NO es este libro?

Lo primero y más importante, no es palabra de Dios. No es, ni pretende ser, un libro formal y reglado. No hay ni título ni nada por el estilo. Voy a intentar transmitir mis conocimientos para empezar a trabajar y programar un PLC de Siemens. Será tan completo como pueda hacerlo, pero nada más.

No es un libro sobre TIA portal. No te quiero engañar: aún apenas lo he usado como para dar consejos sobre ello a nadie.

En cuanto al hardware no entraré a evaluar cada tarjeta que hay en el mercado ni cada PLC. Se verá en el libro lo básico y necesario. No es objetivo de este el conocimiento profundo del hardware sino de realizar programas. El resto vendrá con el tiempo y la experiencia.

Tampoco me hago responsable de posibles fallos que pueda acometer durante el libro. La buena fe te la puedo garantizar pero no la infalibilidad que se la dejo a seres superiores (no, no me refiero a los funcionarios). Por tanto no me hago responsable de que un programa no funcione bien, ni de los terremotos, ni de que te puedan despedir porque la máquina le escupa aceite a tu jefe, ni de una guerra termonuclear.

### ¿Necesitaré papel y pinturillas de colores?

Pues hombre, como puedes imaginar, vas a necesitar un ordenador (portátil o de sobremesa) con Step 7 instalado junto con PLCSIM y WinCC Flexible.

Además de eso, **vas a necesitar una conexión a internet para poder reproducir los vídeos de** ya que el PDF enlazará con los vídeos publicados.

## ¿También WinCC?

Sí. Para poder abrir los ejemplo que creamos, ya que el libro también contendrá pinceladas del WinCC.

Las versiones que yo voy a usar son las siguientes:

- Step 7 V5.5 +SP1
- WinCC 2008 SP3
- S7-PLCSIM Professional 2010 V5.4 +SP5

## ¿Qué temas contendrá el libro?

Vayamos al meollo de la cuestión...

Vamos a ver juntos todos los temas relacionados con lo que propiamente es la programación del software de una forma más tranquila y espero que extensa y profunda para asentar tan bien como pueda explicarme (que tampoco es que se me dé del todo bien, seamos sinceros).

Así, veremos con detenimiento todo lo relacionado con la memoria, variables, los módulos y todos los bloques que considere que tienes que conocer para que una vez termines el libro tengas unos mimbres para realizar programas de una complejidad notable.

Además intentaré transmitirme todos los trucos y prácticas que ya he comentado en parte y otros que puede que aún estén en el tintero. Este tipo de truquillos seguramente sean más difícil de que los encuentres en otros cursos y libros.

Todo irá acompañado como ya he comentado con los vídeos que considere pertinente además de explicar mediante ejemplos prácticos.

## ¿Garantía?

Pues como puedes imaginar más bien escasa. Sólo te puedo ofrecer el compromiso:

- De poner lo mejor de mi parte para poder resolver dudas dentro de mis conocimientos.
- De haberlo hecho con mimo para sea lo más instructivo y ameno posible.

## 1. Introducción a la programación en Step 7

Vamos a repasar una serie de conceptos generales de programación aplicados en un entorno de Simatic S7. Lamento que la primera lección sea una pequeña chapa teórica y que no vayas a ver ni una línea de código, pero por muchas vueltas que le he dado, es necesario unos mínimos. Pero míralo de una forma positiva, así ya lo damos por zanjado y pronto comenzaremos a escribir líneas y líneas de código (el que no se conforma es porque no quiere).

Empecemos...

Los elementos de un autómata como bien sabes son dos: el hardware (el aparato en sí con sus tarjetas, cableado etc.) y el software (los programas).

Dentro de los programas tendremos dos partes a su vez:

El SO del autómata

El programa de usuario que tú vas a desarrollar y que desempeñará las funciones para las cuales se ha ideado.

El SO del autómata será el que se encargue por un lado de interpretar y ejecutar el programa que has diseñado además de otras funcionalidades como pueden ser el diagnóstico de alarmas y errores, administrar la memoria, comunicación con otros elementos, exploración de las entradas y la transmisión de órdenes a las salidas entre otras muchas que sabemos qué hace, pero poco nos importa ahora el saber cómo.

### Programación en Step 7

El programa de usuario es sobre lo que versa este libro. En este programa vas a poder determinar las condiciones con las que arrancará el autómata, tratará datos y señales del proceso para finalmente dar unas órdenes de actuación sobre los diferentes actuadores y elementos de la instalación.

### Estructura de la memoria.

A grandes rasgos la memoria del autómata va a ser dividida en las siguientes partes:

- Imagen de las E/S.
- E/S de la periferia
- Marcas
- Valor y estado de temporizadores y contadores
- Módulos de datos (DB)
- Datos temporales que se pierden al final de cada ciclo.

### Imagen de E/S

Las imágenes de las entradas y las salidas no son más que las señales E o A que se usan en el programa. Pero son eso, imágenes, ya que no leemos el valor instantáneo de la entrada o forzamos instantáneamente la salida, sino que leemos en el caso de las entradas el valor de la entrada física cuando se refrescó la imagen de las entradas antes de comenzar el nuevo ciclo del OB1 (programa principal).

Igualmente en el caso de las salidas, cuando el programa pone a uno o a cero una salida no lo está haciendo inmediatamente sino que está dando valor a la imagen de la salida, y esta imagen de la salida será volcada a las salidas reales antes de comenzar un nuevo ciclo del OB1.

### E/S de la periferia.

A diferencia del caso anterior, se puede leer directamente el valor actual de cualquier sensor. Para ello debemos leerlos en bytes (PEB), Word (PEW) o doble Word (PED) ya que el acceso no puede ser directo a un bit en concreto (a diferencia de las imágenes de E/S).

Igualmente pasa con las salidas, que podemos forzar el estado de las salidas de forma inmediata accediendo a las salidas de periferia (PAB, PAW, PAD)

### Marcas

Las marcas son variables indexadas y globales, por tanto no hay que declararlas, pero si es conveniente darles un nombre y tipo (entero, doble, real...). Se les puede dar valor dentro de cualquier parte del programa. Dependiendo de la CPU esta área es mayor o menor.

Los valores pueden ser remanentes tras el apagado del PLC o volátiles (se pierden tras apagar el PLC).

Su acceso puede ser desde bit hasta un ancho indeterminado si se usan punteros de área (que veremos más adelante).

### Temporizadores y contadores.

La programación en Step7 tiene la peculiaridad de tener temporizadores de dos tipos: por software (IEC) y temporizadores S7 (o llamados también de S5 ya que existían ya en la versión anterior).

Estos últimos son temporizadores hardware y son limitados dependiendo de la CPU (por ser hardware), no así los IEC que por ser creados por software la limitación es la propia memoria disponible, pero no hay un número determinado de ellos.

Los contadores pues son eso, elementos usados para contar o descontar cantidades. Veremos con detenimiento en su momento las peculiaridades de cada uno de ellos.

### Módulos de datos (DB).

Son áreas de memoria que a diferencia de las marcas, está definidas por el usuario. Pueden ser de longitudes dispares y con contenidos de todo tipo. Las variables contenidas en los DB son remanentes al apagado del PLC.

### Variables temporales.

Son variables que se declaran dentro de los módulos que sirven para realizar cálculos intermedios y locales que no necesitan ser usados más allá del módulo en cuestión y en el ciclo en el que son llamadas o tratadas.



### ¡OJO!

Las variables temporales no se re-inicializan como yo he comentado en el vídeo. El valor inicial de la variable temporal es el valor último que tomó esa variable, lo cual no deja de ser tremendamente peligroso ya que si no le das valor antes de leerla el contenido de dicha variable es indeterminado, especialmente si la función es llamada varias veces a lo largo del programa y la variable va tomando valores dispares.

## Módulos

Para acceder y tratar los datos almacenados en las áreas de memoria, existen diferentes tipos de módulos cuyas características serán diferentes para cada requerimiento que sea necesario:

- Módulos de organización (OB)
- Funciones (FC).
- Bloques de función (FB).
- Bloques de memoria (DB)
- Módulos de sistema (SFC,SFB,SDB)

## Módulos de organización

Lo primero que has de saber de estos módulos es su especialización, sólo sirven para lo que han sido diseñados y no se llamarán desde otros bloques sino que será el propio autómatas quien gestiona las llamadas a estos módulos en función de sus características.

Hay varios tipos de módulos de organización:

- OB de arranque (OB100-102): Son bloques con los que se arranca el PLC en función del tipo de arranque y depende del tipo de CPU para que tenga todos los tipos o solamente el OB100, que es el arranque completo. Sólo se ejecuta una vez, en el arranque. Una vez terminado pasa al principal.
- El OB1: Es un tipo es sí mismo y es el principal. Se ejecuta de forma recurrente y desde él se hace llamadas a los FC y FB del programa
- OB cíclicos: También se pueden hacer llamadas a otros FC o ejecutar código desde estos OB. Tienen la peculiaridad frente al OB1 que se ejecutan a tiempo fijo (por ejemplo el OB35).
- OB Horarios: Son OB que dependen de la fecha y hora. Se pueden realizar tareas desde en un momento concreto a ser cíclicos cada x tiempo (desde minutos a todos los años en un momento concreto)
- OB de fallo (OB85, OB86, OB121 etc.). Son OB predefinidos para cada tipo de fallo y son llamados cuando el fallo es detectado. Dentro de cada OB se puede tratar el fallo y tomar las decisiones pertinentes en cada caso.

Todos los OB tienen la peculiaridad de tener reservados 20bytes de memoria local donde podrás hallar variables específicas de cada OB. Así podrás tener información de en qué momento ha sido llamado o la frecuencia de llamada en el caso del OB35 por poner un ejemplo.