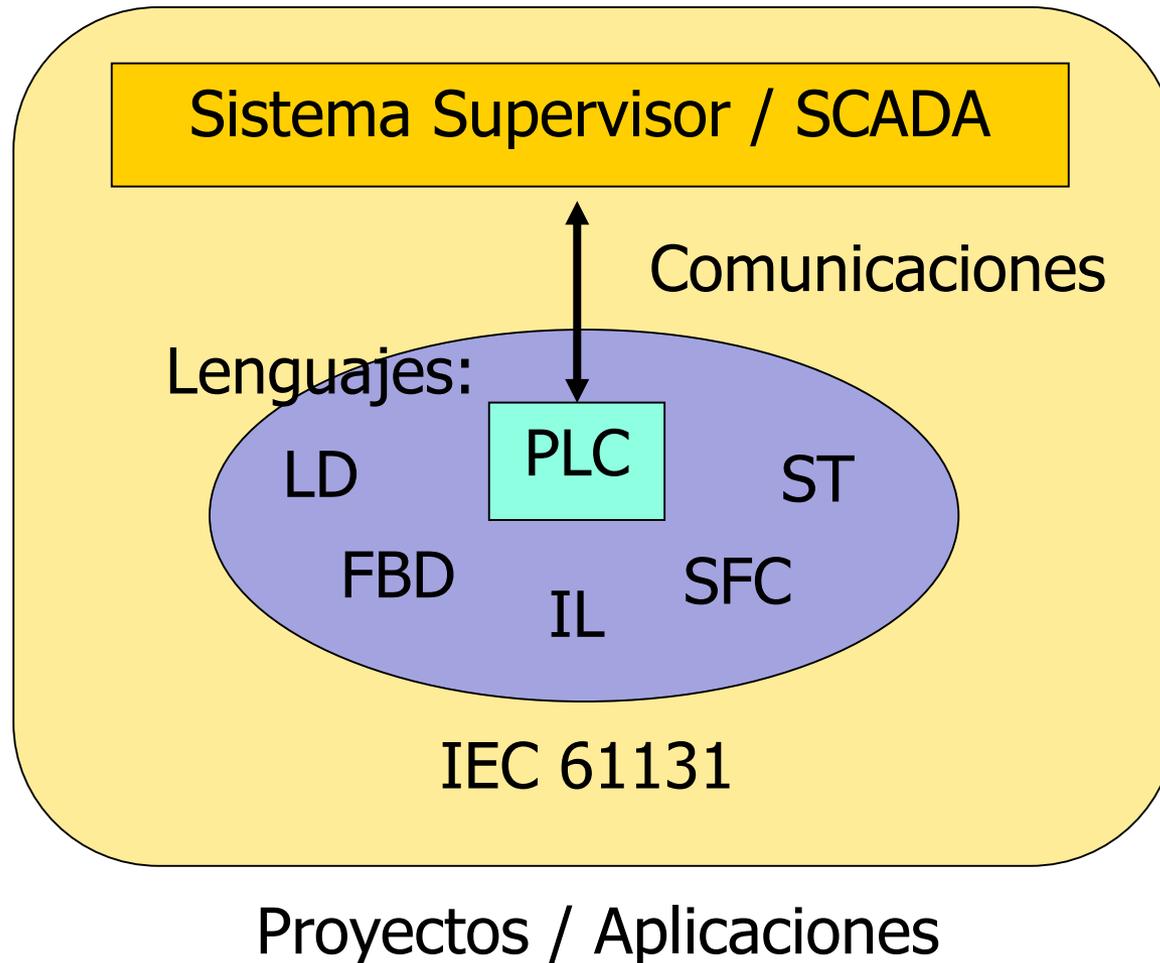


PLCs

ESTÁNDAR

IEC 61131

Programa del Curso





Estándar IEC 61131

- Normativa sobre PLCs y su aplicación a procesos industriales de medición y control
- Primera edición en 1993
- Uniformiza forma de programar PLCs
- Ingeniería de software aplicado a la industria
- Tendencia a sistemas abiertos, interoperabilidad, etc.



Sistemas Abiertos

- Adpota estándares y técnicas industriales actuales
- Facilita la integración con otros sistemas abiertos (interoperabilidad)
- Foco en comunicaciones y programación



IEC 61131

- Parte 1 – Información General
- Parte 2 – Requerimientos
- **Parte 3 – Lenguajes de programación**
- Parte 4 – Guías de selección
- Parte 5 – Comunicación
- Parte 6 – Seguridad Funcional
- Parte 7 – Lógica Borrosa
- Parte 8 – Guía de implementación



IEC 61131-3

Edition 2.0 2003-01

INTERNATIONAL STANDARD

Programmable controllers –
Part 3: Programming languages



Deficiencias previo a IEC61131

- Programación clásica en LADDER:
 - Estructura de software débil (soporte limitado para bloques de función, encapsulamiento, etc.)
 - Poco re-uso de software
 - No soporta datos estructurados
 - Soporte limitado para secuencias
 - Control de ejecución limitado (único tiempo de ciclo)
 - Cálculos aritméticos engorrosos



Calidad de Software

- Objetivo principal de IEC 61131-3:
mejorar la calidad de software
- Atributos:
 - Capacidad
 - Tiempo de respuesta
 - Capacidad de procesamiento
 - Capacidad de almacenamiento



Calidad de Software

- Atributos:

- Disponibilidad

- Confiabilidad (MTBF) – tiempo entre fallas
 - Mantenibilidad (MTTR) – tiempo en reparar
 - Integridad – robustez

- Usabilidad

- Requerimientos previos para usarlo
 - Esfuerzo de aprendizaje
 - Productividad
 - Amigabilidad



Calidad de Software

- Atributos:
 - Adaptabilidad
 - Posibilidad de mejoras en capacidad, disponibilidad, usabilidad
 - Extensibilidad – nuevas funcionalidades
 - Portabilidad
 - Reuso
- IEC 61131-3 => mejorar estos atributos de calidad de software



Características IEC 61131-3

1. Software estructurado (top-down/bottom-up)
2. Chequeo de tipos de datos
3. Control de ejecución (tareas)
4. Control secuencial
5. Datos estructurados
6. Elección de lenguajes
7. Software independiente del fabricante



Arquitectura Clásica del PLC

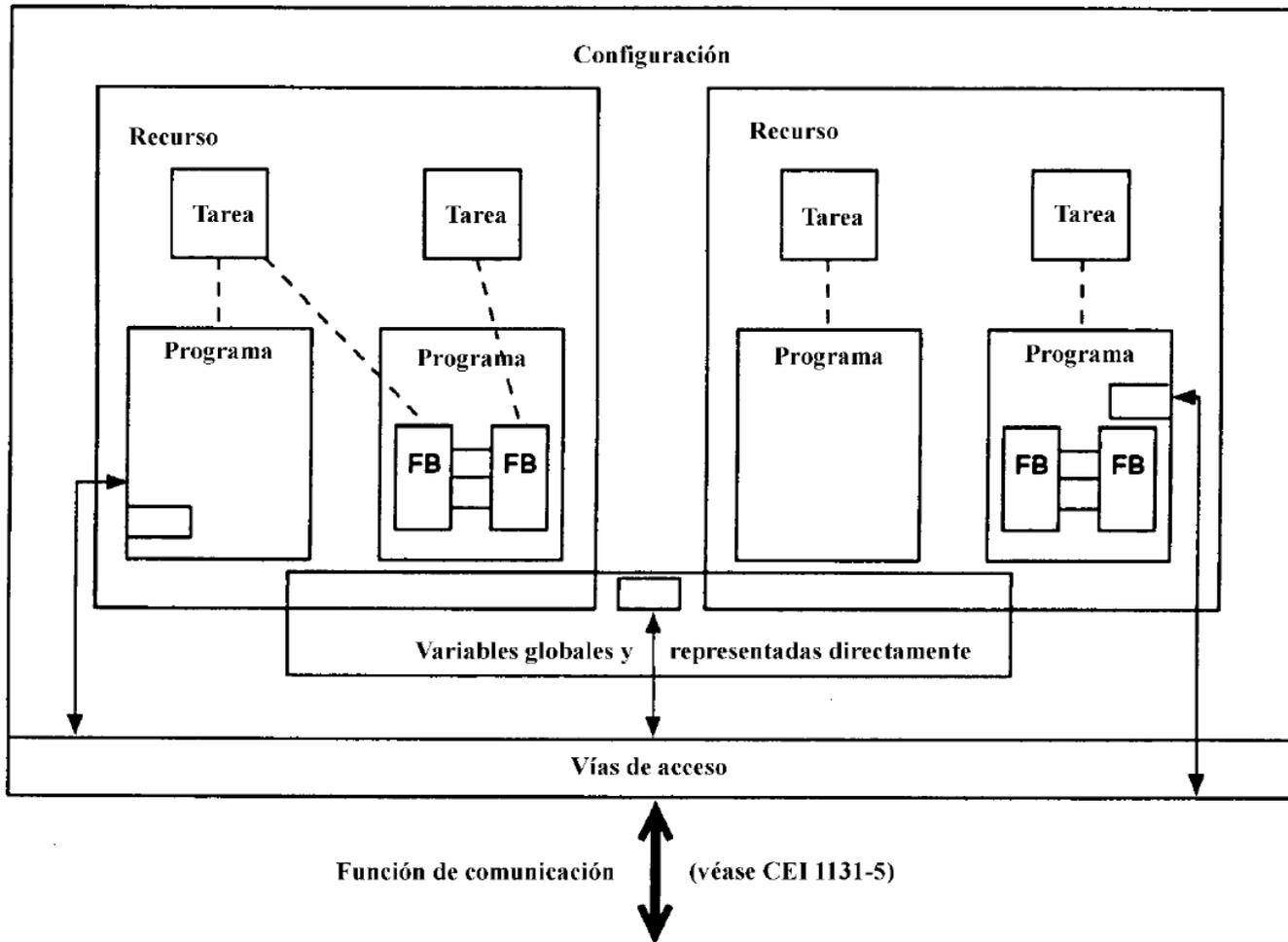
- Arquitectura clásica consiste en ejecución cíclica de programa, con tres fases:
 - Lectura de entradas
 - Ejecución de programa
 - Actualización de salidas
- La ejecución del programa puede alterarse sólo por una interrupción



Arquitectura bajo IEC 61131

- Por avance continuo del hardware, la IEC-61131 define una arquitectura más avanzada
- La arquitectura se basa en la programación jerárquica, con 4 niveles:
 - Configuración
 - Recursos
 - Tareas
 - Programas

Arquitectura



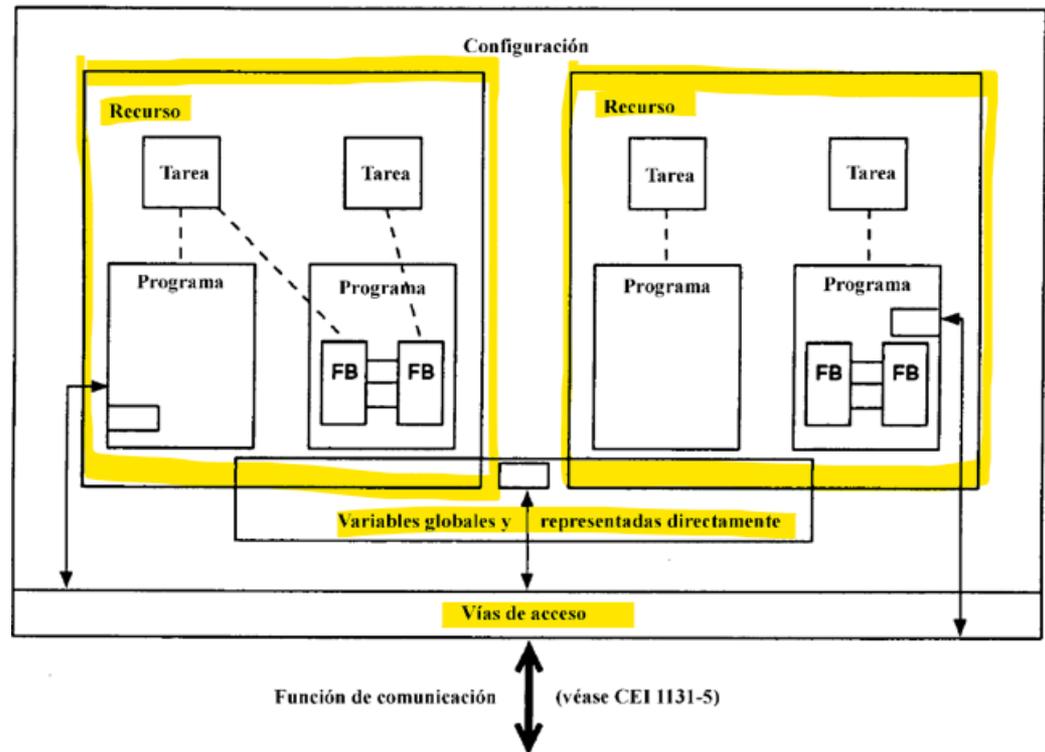


Configuración

- Más alto nivel del modelo
- Se corresponde con el sistema del controlador programable
- Generalmente se corresponde con el software necesario para un PLC
- Se comunica con otras configuraciones

Configuración

- La configuración define:
 - recursos
 - datos compartidos por los recursos
 - datos accesibles desde exterior del PLC





Recursos

- Dentro de una configuración existen uno o más recursos
- Un Recurso proporciona el soporte para ejecutar un programa IEC (similar “máquina virtual”)
- Para que un programa se ejecute, debe ser cargado en un recurso

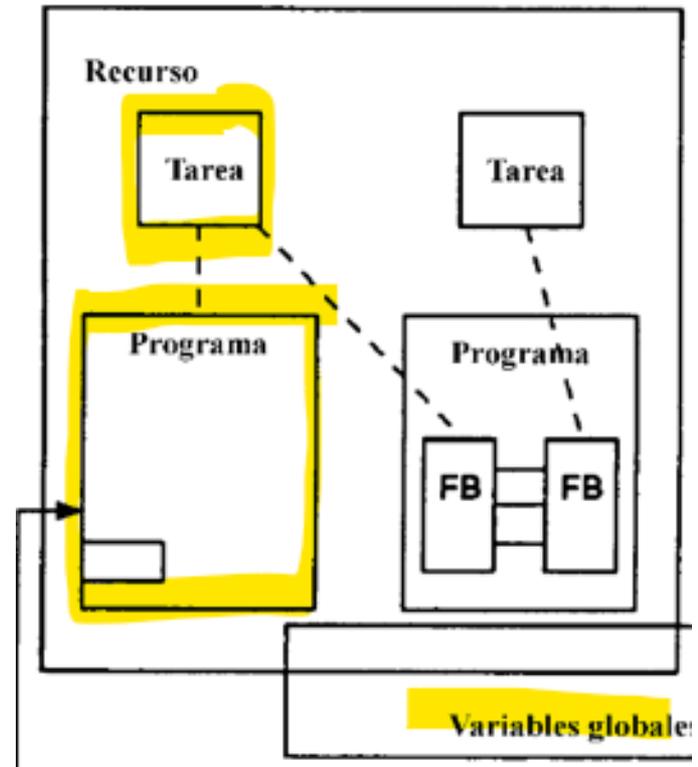


Recursos

- Pueden existir en un PLC o en un software para PC por ejemplo
- Un PLC con múltiples procesadores => un recurso por procesador
- Dentro de la configuración, cada recurso debe poder correr en forma independiente

Recursos

- Función principal: interface entre programas y entradas/salidas físicas del PLC
- Recurso define:
 - tareas
 - datos compartidos por todos los programas
 - datos de recurso accesibles desde exterior del PLC
 - programas que ejecutan las tareas del recurso





Tareas

- Configurada para ejecutar un programa o un bloque de función
- Los programas/bloques asociados a una tarea se ejecutan cada vez que se dispara la tarea
- Condición de disparo puede ser:
 - Intervalo periódico de tiempo expresado en mseg (tarea tiene un ciclo asociado, análogo al del PLC)
 - Evento



Tareas

- Un programa sin una tarea asociada no se ejecuta
- Un bloque de función sin una tarea asociada se ejecuta junto con el programa donde reside
- Tarea define:
 - Programas asociados a la tarea
 - Condición de disparo
 - Prioridad



Tareas

- Esquema sin preferencias (Non-preemptive Scheduling)
 - Las tareas no interrumpen a otras tareas
 - Se ejecutan completamente los programas o bloques de una tareas previo a pasar a la siguiente
 - La tarea en espera de mayor prioridad continua la ejecución
 - No recomendado para aplicaciones críticas

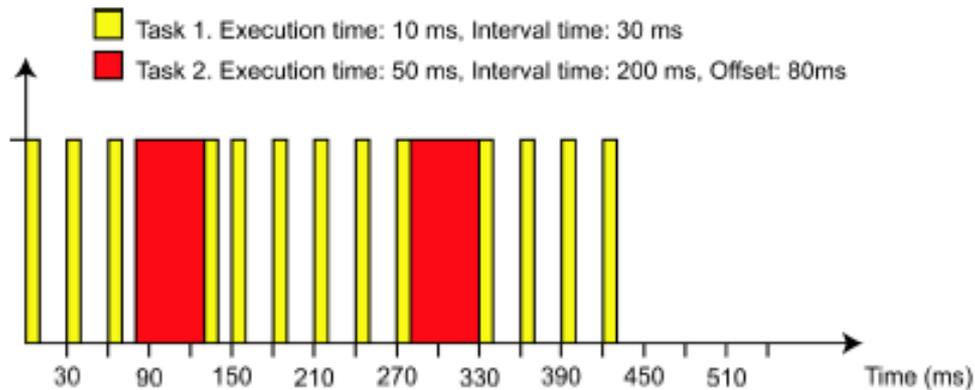


Tareas

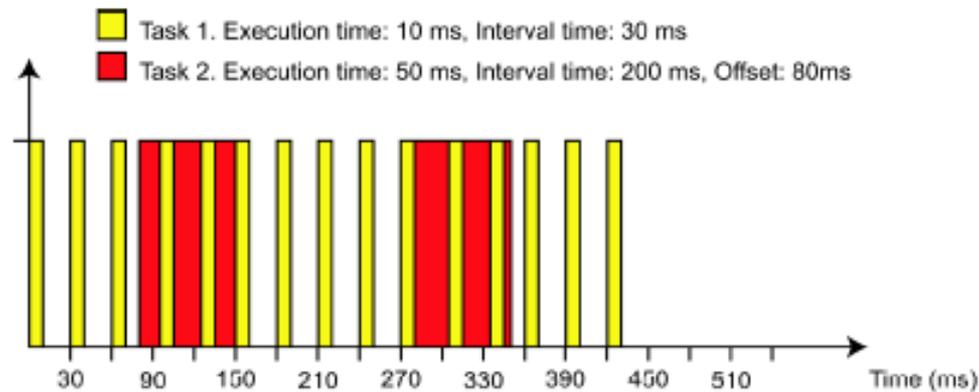
- Esquema con preferencias (Preemptive Scheduling)
 - Las tareas de mayor prioridad interrumpen a las de menor prioridad
 - Para sistemas determinísticos, aplicaciones críticas

Tareas

Ejecución de 2 tareas con misma prioridad o “Non-preemptive”



Ejecución de 2 tareas con diferente prioridad (“Preemptive”)





Tareas

- Ejemplo: declaración de tareas en lab 2 de control de temperatura (se observa la simplificación de la programación):

Task Configuration:

```
TAREA1 (PRIORITY:=1, INTERVAL:=T#100ms)
```

```
    PWM
```

```
TAREA2 (PRIORITY:=2, INTERVAL:=T#1sec);
```

```
    CONTROL
```

Tareas en PLC de Lab

- Por defecto:
 - Type = cyclic
 - Priority = 10
 - Cycle time = t#10ms
 - Program call= PLC_PRG

- Nueva Tarea:



Taskattributes

Name:

Priority(0..31):

Type

cyclic

freewheeling

triggered by event

triggered by external event

Properties

Interval (e.g. t#200ms):

Tareas en PLC de Lab

The screenshot displays a software interface for configuring PLC tasks. On the left, a tree view shows the project structure:

- Task configuration
 - System events
 - Tarea1
 - Lab4_ST();

The right pane shows the configuration for the selected task, 'Tarea1', under the 'Taskattributes' tab:

- Name:** Tarea1
- Priority(0..31):** 10
- Type:**
 - cyclic
 - freewheeling
 - triggered by event
 - triggered by external event
- Properties:**
 - Interval (e.g. t#200ms):** T#200ms
 - ms
- Watchdog:**
 - Activate watchdog
 - Time(e.g. t#200ms):** [] %
 - Sensitivity:** 1

Tarea en PLC de Lab

The screenshot displays a PLC monitoring interface with three main sections:

- CPU Load:** Shows the resource state as 'Run' and battery state as 'Battery error'. A table displays CPU load statistics: Current (8.16%), Min (8.00%), Max (72.98%), and Avg (16.33%). A 'Clear' button is present.
- Date and time:** Shows the current PLC date and time as '2015-10-02 11:26:12' and a 'Set PLC Date & Time' button.
- Application task statistics:** A text box containing task details, circled in red. The details are:

```
Number of Tasks: 1
Task 0: DefaultTask, ID: 4827968
Cycle count: 4254
Cycletime: 1 ms
Cycletime (min): 1 ms
Cycletime (max): 1 ms
Cycletime (avg): 1 ms
Status: RUN
Mode: CONTINUE
-----
Priority: 10
Intervall: 10 ms
Event: NONE
-----
Function pointer: 16#00A6027C
Function index: 269
```

A 'Refresh' button is located at the bottom right of the interface.

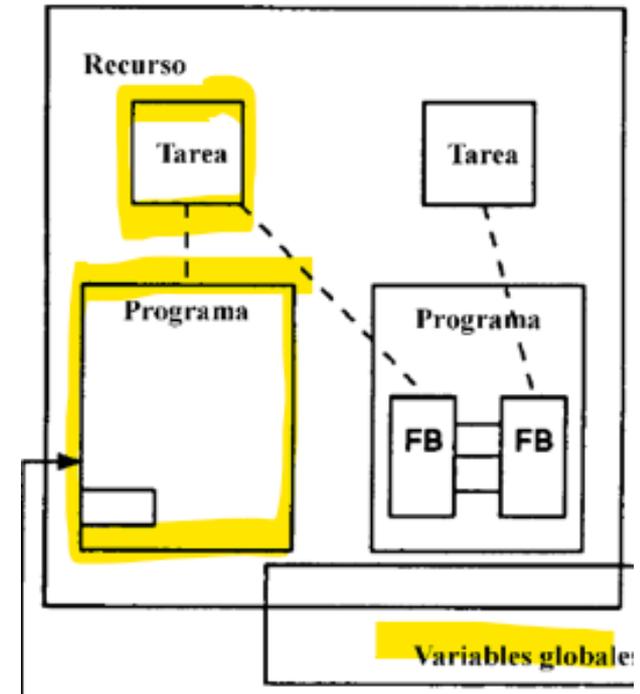


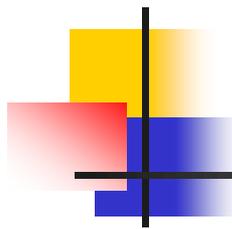
Las POU

- Hay tres tipos de POU (Program Organizational Unit):
 - Programas
 - Bloques funcionales
 - Funciones

Programas

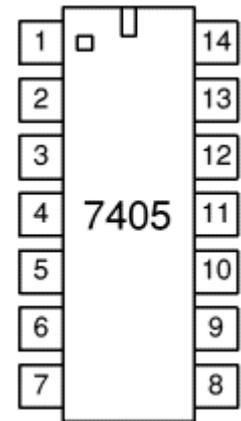
- Conjunto de elementos de software cada uno definido en base los lenguajes de la norma
- Típicamente, bloques de función interconectados que pueden intercambiar datos
- La ejecución de diferentes partes del programa se puede definir mediante tareas

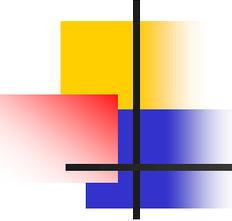




Bloque Funcional

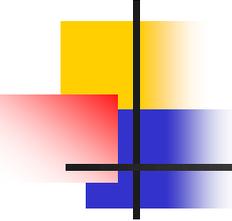
- Característica más importante de la norma IEC
- Base para diseño jerárquico de software
- Permite descomponer un programa complejo en partes más simples
- Se definen sobre la base de “templates” de bloques
- Para utilizar un template de bloque, la tarea declara una instancia del template
- Bibliotecas propias de usuario (re-uso)





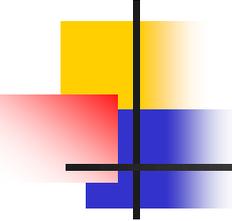
Bloque Funcional

- Se compone de:
 - Datos: parámetros de entrada/salida
 - Código interno
 - Variables internas que representan su estado
- Ejemplos: contadores, PIDs, etc.



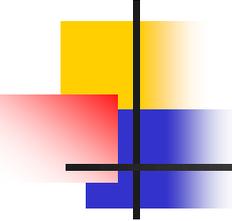
Función

- Diferencia entre bloque funcional y función:
 - Número de salidas:
 - Función permite sólo una salida
 - Bloque funcional permite más de una
 - Variables permanentes (conservan valor entre ejecuciones):
 - Función no
 - Bloque funcional sí
- Ejemplos: and, sen, cos, etc.



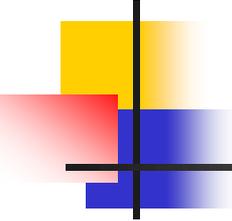
Modelo vs Sistema Real

- Pequeños PLCs:
 - 1 configuración, 1 recurso, 1 programa
- PLCs más grandes:
 - Configuración = PLC
 - Recursos = procesadores del PLC
 - Cada recurso podrá tener uno o más programas
- Finalmente dependerá de cada implementación



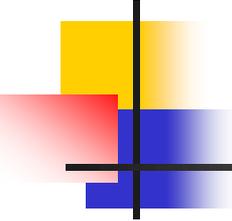
Variables locales/globales

- Variables locales: definidas solo para el programa/bloque de función donde es declarada
- Variables globales:
 - Definidas a nivel de programa: accesible por todos los bloques internos
 - Definidas a nivel de recurso/configuración: accesible por todos los programas incluidos



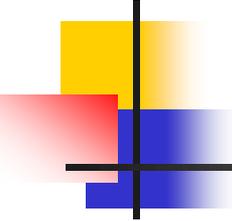
Variables Directas

- Variables representadas en forma directa: definen su ubicación en memoria en forma explícita
- NombreVar [**AT %DirecciónVar**] :
TipoDeDato [::= ValorInicial];



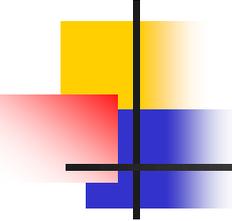
Variables de Acceso

- Variables designadas para intercambio de datos entre configuraciones
- La norma no define el protocolo de comunicación



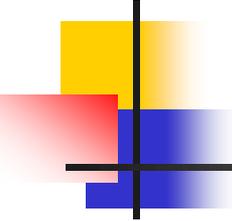
Variables

- [Código letras] [Código números]
 - Código de letras: distingue el tipo de dato
 - Primer letra:
 - I/E: Dirección E
 - Q/O: Dirección S
 - M: Dirección dato interno
 - Segunda letra:
 - X: bit
 - B: byte (8 bits)
 - W: word (16 bits)
 - D: double word (32 bits)
 - L: long word (64 bits)



Variables

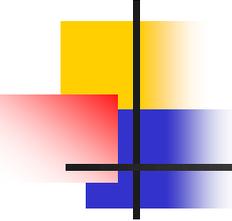
- Tipo de dato: uno de los tipos de dato reconocido por IEC 61131-3:
 - INT: entero con signo de 16 bits (prefijo S, D, L cambia tamaño)
 - BOOL: Bit
 - BYTE, WORD, DWORD, LWORD
 - REAL, LREAL: punto flotante (32 bit, 64 bit)
 - TIME, DATE, TIME_OF_DAY, DATE_AND_TIME
 - STRING
 - Tipo de datos derivado (STRUCT, ARRAY)



Variables

- Ejemplos tipos derivados por el usuario:

```
TYPE my_array  
    ARRAY [1..3] OF INT;  
END_TYPE
```



Variables Estructuradas

```
TYPE motor
```

```
  STRUCT
```

```
    estado: BOOL
```

```
    falla: BOOL
```

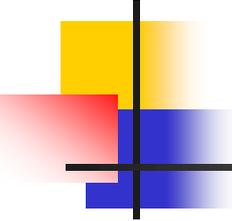
```
    velocidad: REAL
```

```
    corriente: REAL
```

```
  END_STRUCT
```

```
END_TYPE
```

Uso: M1.estado, M1.falla, etc.



Variables Enumeradas

```
TYPE estado_operativo  
    (inicio, ejecución, espera, falla);  
END_TYPE
```

```
Uso: estado1 := falla;
```