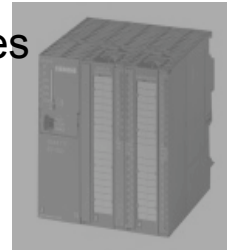


# Introducción al Control Industrial

Autómatas Programables



ISA-UMH

1

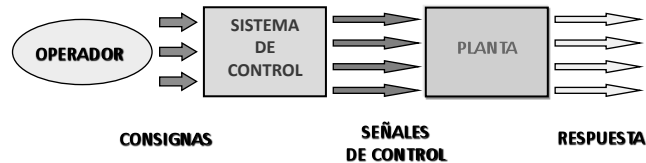
## Índice

- Introducción
  - Definición
  - Antecedentes históricos
- Topología de los sistemas de control
- Tipos de sistemas de control
- El Autómata Programable

2

## Definición de Control

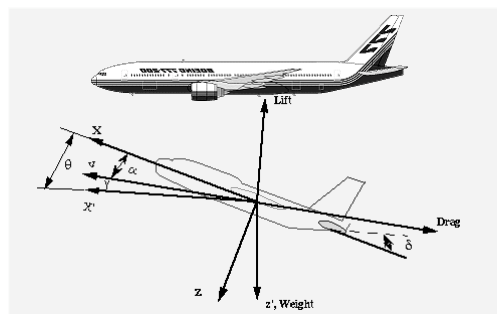
- Se puede definir control como “la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema llamado planta a través de otro sistema llamado sistema de control, para que su comportamiento sea el deseado”



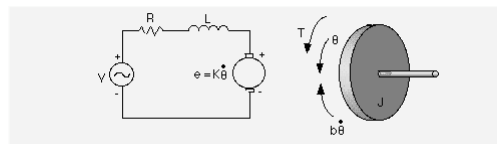
3

## Ejemplos

- “Pitch” control



- Control de Velocidad



## Antecedentes Históricos

- Primeros sistemas de control  $\Rightarrow$  Revolución industrial finales del siglo XIX y principios del XX. Sistemas Electromecánicos.
- A partir de los años 50  $\Rightarrow$  semiconductores y los primeros circuitos integrados. Sustituirían las funciones realizadas por los relés.
- A principios de los 70, PLCs incorporan el microprocesador. Económico, robusto, flexible y fácilmente modificable

5

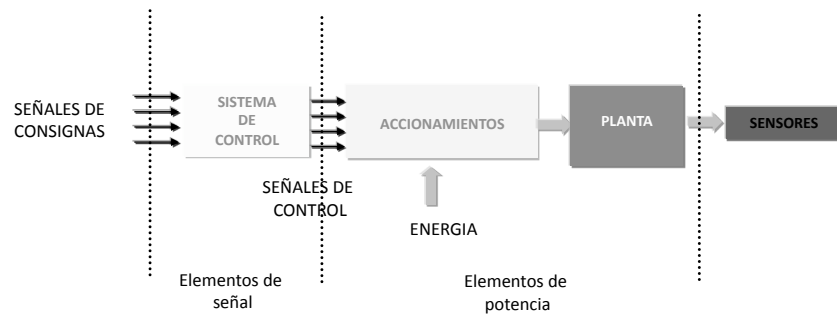
## Índice

- Introducción
  - Definición
  - Antecedentes históricos
- Topología de los sistemas de control
- Tipos de sistemas de control
- El Autómata Programable

6

## Topología de control

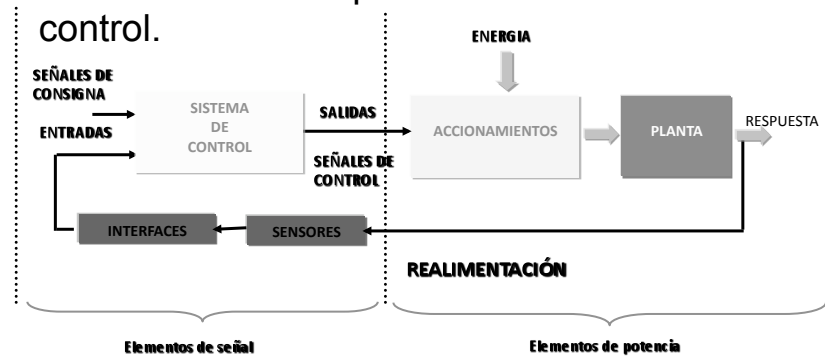
- Lazo Abierto
  - Sistema de control no recibe información del comportamiento de la planta



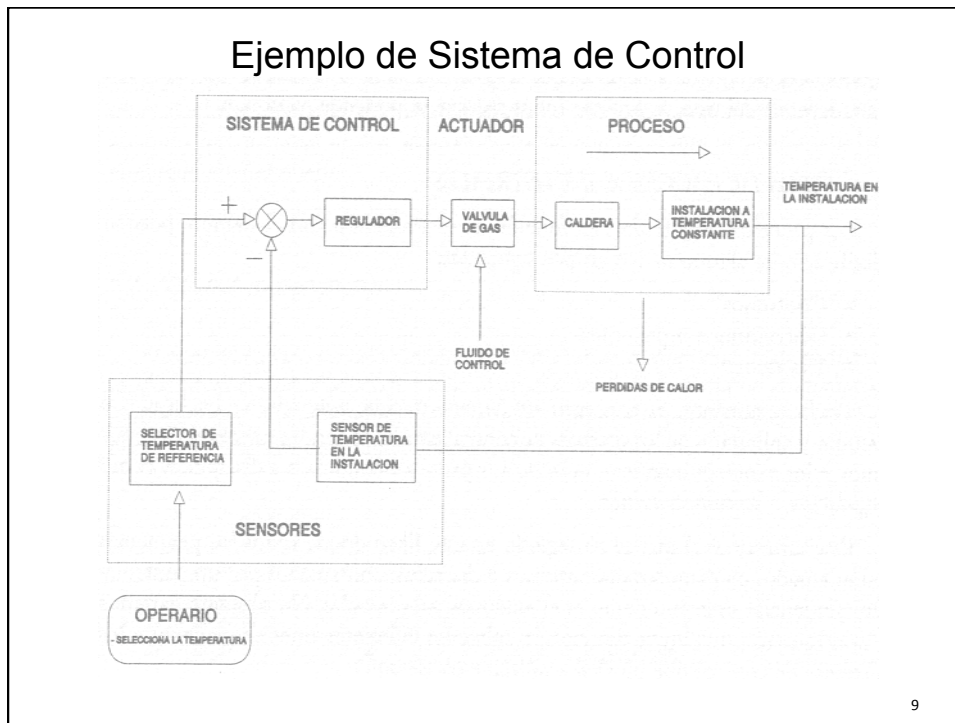
7

## Topología de control

- Lazo Cerrado
  - Existe una realimentación a través de los sensores desde la planta hacia el sistema de control.



8



## Índice

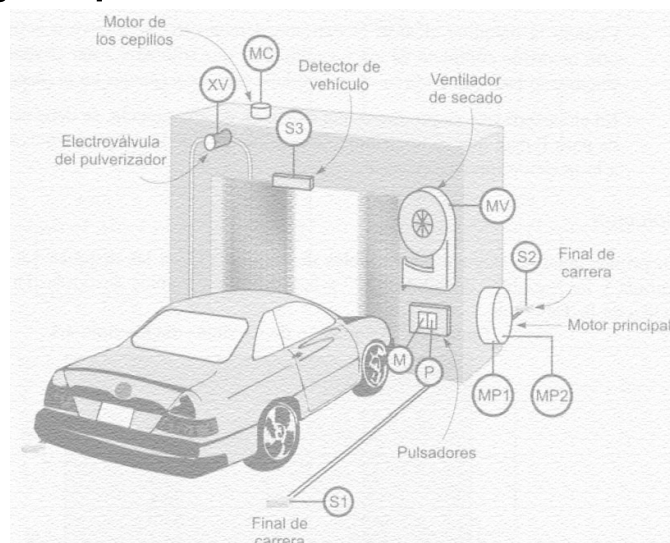
- Introducción
  - Definición
  - Antecedentes históricos
- Topología de los sistemas de control
- Tipos de sistemas de control
- El Autómata Programable

## Tipos de sistemas de control

- Según el tipo de señales que intervienen en la planta a controlar:
  - Sistemas de Control Analógicos:
    - Señales de tipo continuo (presión, temperatura, velocidad, etc.)
  - Sistemas de Control Digitales:
    - Señales muestreadas (computador). Utilizan convertores A/D, D/A
  - Sistemas de Control Secuenciales Discretos:
    - Señales binarias (todo o nada) sólo pueden representar dos estados o niveles. ⇒ Controlador Lógico (PLC)
  - Sistemas de Control Híbridos

11

## Ejemplo Sistema Secuencial



## Ejemplo Sistema Secuencial

- Descripción del sistema:
  - **MP**, motor principal que mueve la estructura (en dos direcciones izquierda y derecha).
  - **MC**, motor que mueve los cepillos de limpieza.
  - **MV**, motor del ventilador de aire, para secado del coche.
  - **XV**, Una electroválvula, que permite la salida del líquido de limpieza.
  - **S1** y **S2**, dos finales de carrera (interruptores), que detectan cuando la estructura llega al final de su movimiento.
  - **S3**, un sensor que detecta la presencia del vehículo.
  - **M**, botón de marcha.
  - **P**, botón de parada de emergencia

## Tipos de sistemas de control

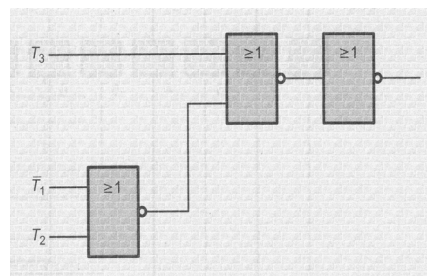
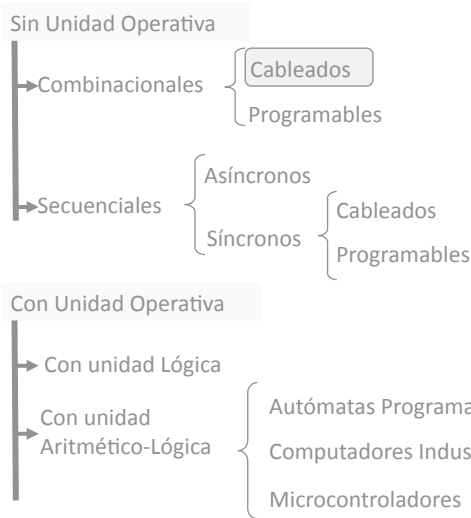
- Según el sistema a controlar:
  - Productos industriales:
    - Sistema finales con una función determinada
  - Procesos Industriales:
    - Conjunto de acciones de máquinas coordinadas para obtener un producto

# Tipos de Controladores Lógicos



15

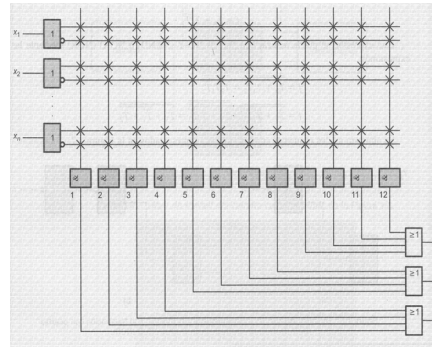
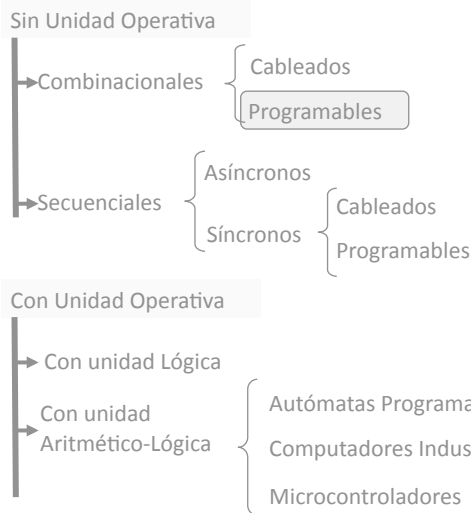
# Tipos de Controladores Lógicos



16

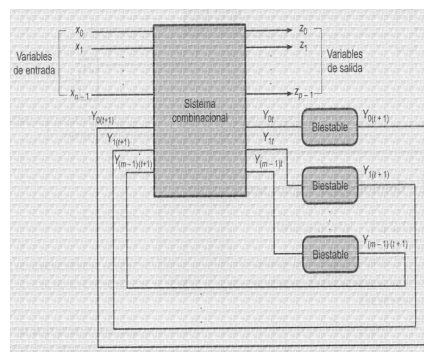
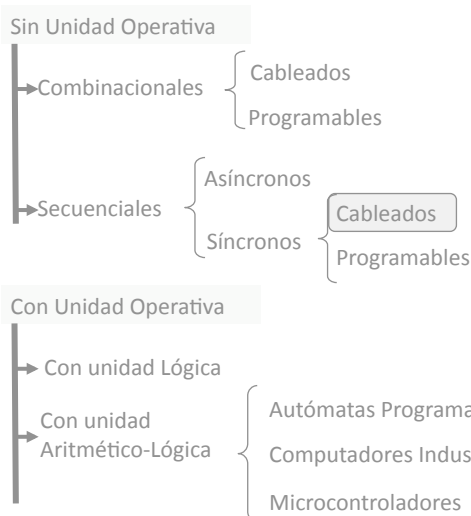


# Tipos de Controladores Lógicos



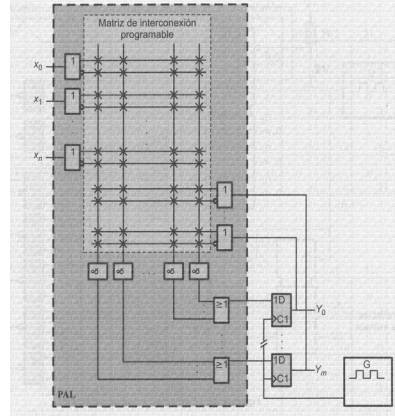
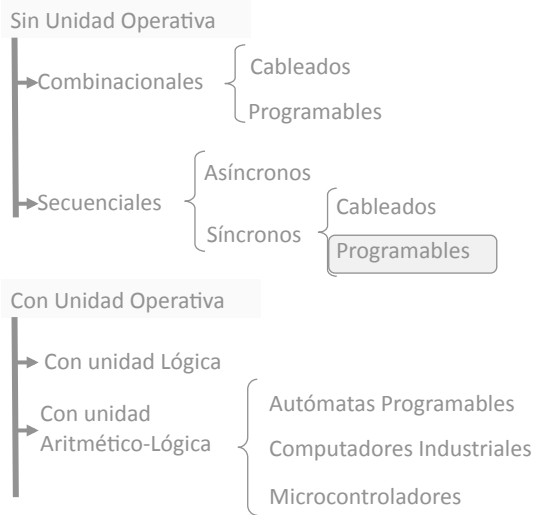
17

# Tipos de Controladores Lógicos



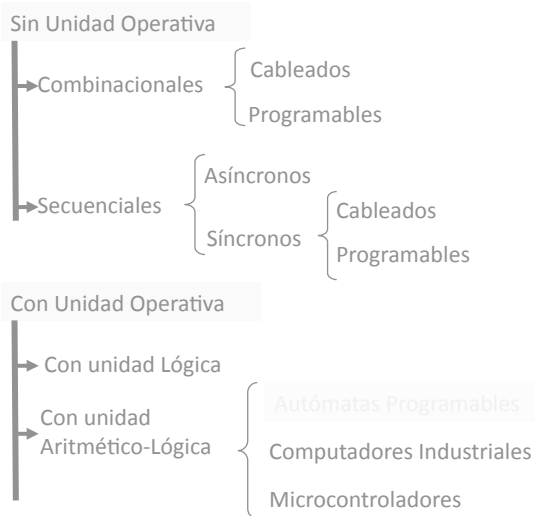
18

# Tipos de Controladores Lógicos



19

# Tipos de Controladores Lógicos



20

## Características

|                                  | Lógica<br>Cableada | Lógica<br>Programada |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| Flexibilidad                     | Baja               | Alta                 |
| Posibilidad de ampliación        | Baja               | Alta                 |
| Conexiones y cableado exterior   | Muchas             | Pocas                |
| Tiempo de desarrollo del sistema | Mucho              | Poco                 |
| Mantenimiento                    | Difícil            | Fácil                |
| Herramientas de simulación       | No                 | Si                   |
| Coste para pequeñas series       | Alto               | Bajo                 |
| Estructuración en bloques        | Difícil            | Fácil                |

21

## Índice

- **Introducción**
  - Definición
  - Antecedentes históricos
- **Topología de los sistemas de control**
- **Tipos de sistemas de control**
- **El Autómata Programable**

22

## El Autómata programable

- Actúa de UNIDAD DE CONTROL
- Incluye total o parcialmente las interfaces con las señales de la planta (niveles de tensión e intensidad industriales, transductores y periféricos electrónicos)
- Programable por el usuario
- Entradas: señales de consigna y de realimentación
- Salidas: señales de control
- Hardware estándar y modular (módulos interconectables, configurar sistema a la medida de las necesidades)

23

## Caracterización de los PLCs

- Unidad Central
- Capacidad de memoria
- Capacidad de entradas y salidas digitales
- Modularidad
- Módulos específicos de entradas/salidas
- Capacidad de interrupción
- Recursos de comunicaciones
- Interfaz hombre-máquina
- Protección y seguridad
- Lenguajes de Programación



24

# Siemens Simatic

- Logos
- S7-200
- S7-300
- S7-400



# Siemens S7-200

| Specific technical data on the CPUs:                                  |   |   |   |  |   |
|---|---|---|---|--|---|
| Feature   | CPU 221 <sup>1</sup>  | CPU 222 <sup>1</sup>  | CPU 224 <sup>1</sup>  | CPU 224XP <sup>1</sup><br>CPU 224XPsi <sup>2</sup>                                   | CPU 226 <sup>1</sup>  |
|   |  |  |  |  |  |
| Integrated dig. inputs/outputs  | 6 DI/4 DO   | 8 DI/6 DO   | 14 DI/10 DO   | 14 DI/10 DO  | 24 DI/16 DO   |
| Digital inputs/outputs/max. number of channels with expansion modules | –   | 48/49/94  | 114/110/224   | 114/110/224  | 128/128/256   |
| Analog inputs/outputs/max. number of channels with expansion modules  | –   | 16/8/16   | 32/28/44  | 2 AI/1 AO integrated<br>32/28/44   | 32/28/44  |
| Program memory  | 4 KByte   | 4 KByte   | 8/12 KByte  | 12/16 KByte  | 16/24 KByte   |
| Data memory   | 2 KByte   | 2 KByte   | 8 KByte   | 10 KByte   | 10 KByte  |
| Storage of dyn. data via high-performance capacitor                   | typ. 50 h   | typ. 50 h   | typ. 100 h  | typ. 100 h   | typ. 100 h  |
| High-speed counters   | 4 x 30 kHz, of which 2 x 20 kHz A/B counter usable                                  | 4 x 30 kHz, of which 2 x 20 kHz A/B counter usable                                  | 6 x 30 kHz, of which 4 x 20 kHz A/B counter usable                                  | 4 x 30 kHz, 2 x 200 kHz of which 3 x 20 kHz + 1 x 100 kHz A/B counter usable         | 6 x 30 kHz, of which 4 x 20 kHz A/B counter usable                                    |
| Communications interfaces RS 485                                      | 1   | 1   | 1   | 2  | 2   |
| Supported protocols:  |   |   |   | both interfaces  | both interfaces   |
| – PPI master/slave  | yes   | yes   | yes   | yes  | yes   |
| – MPI slave   | yes   | yes   | yes   | yes  | yes   |
| – Freeprot (freely config. ASCII protocol)                            | yes   | yes   | yes   | yes  | yes   |
| Optional communications possibilities:                                | not expandable  | yes, PROFIBUS DP slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/Internet/Modem           | yes, PROFIBUS DP slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/Internet/Modem           | yes, PROFIBUS DP slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/Internet/Modem            | yes, PROFIBUS DP Slave and/or AS-Interface Master/Ethernet/Internet/Modem             |
| Built-in 8-bit analog potentiometer (for commissioning, value change) | 1   | 1   | 2   | 2  | 2   |
| Real-time clock   | optional  | optional  | yes   | yes  | yes   |
| Integrated 24-V DC sensor supply volt.                                | max. 180 mA   | max. 180 mA   | max. 280 mA   | max. 280 mA  | max. 400 mA   |
| Removable terminal strip  | –   | –   | yes   | yes  | yes   |
| Dimensions (W x H x D in mm)  | 90 x 80 x 62  | 90 x 80 x 62  | 120.5 x 80 x 62   | 140 x 80 x 62  | 196 x 80 x 62   |

# Siemens S7-300

| CPU                                   | CPU 312        | CPU 314 <sup>o)</sup> | CPU 315-2 DP <sup>o)</sup> | CPU 315-2 PN/DP <sup>o)</sup> | CPU 317-2 DP   | CPU 317-2 PN/DP <sup>o)</sup> | CPU 319-3 PN/DP |
|---------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| Dimensions (mm)                       | 40 x 125 x 130 |                       | 40 x 125 x 130             | 80 x 125 x 130                | 80 x 125 x 130 |                               | 120 x 125 x 130 |
| Order number core: 6ES7               | 312-1AE        | 314-1AG               | 315-2AG                    | 315-2EH                       | 317-2AJ        | 317-2EK                       | 318-3EL         |
| <b>Memory</b>                         |                |                       |                            |                               |                |                               |                 |
| Work memory                           | 32 KB          | 96 KB                 | 128 KB                     | 256 KB                        | 512 KB         | 1 MB                          | 1.4 MB          |
| Instructions                          | 10 K           | 32 K                  | 42 K                       | 84 K                          | 170 K          | 340 K                         | 470 K           |
| <b>Processing times</b>               |                |                       |                            |                               |                |                               |                 |
| Bit operation                         | 0.2 µs         | 0.1 µs                | 0.1 µs                     |                               | 0.05 µs        |                               | 0.01 µs         |
| Word operation                        | 0.4 µs         | 0.2 µs                | 0.2 µs                     |                               | 0.2 µs         |                               | 0.02 µs         |
| Fixed-point operation                 | 5 µs           | 2 µs                  | 2 µs                       |                               | 0.2 µs         |                               | 0.02 µs         |
| Floating-point operation              | 6 µs           | 3 µs                  | 3 µs                       |                               | 1 µs           |                               | 0.04 µs         |
| <b>Bit memories/timers/counters</b>   |                |                       |                            |                               |                |                               |                 |
| Bit memory                            | 128 bytes      | 256 bytes             | 2048 bytes                 |                               | 4096 bytes     |                               | 8192 bytes      |
| S7 timers/counters                    | 128/128        | 256/256               | 256/256                    |                               | 512/512        |                               | 2048/2048       |
| IEC timers/counters                   | ●              | ●                     | ●                          |                               | ●              |                               | ●               |
| <b>Address areas</b>                  |                |                       |                            |                               |                |                               |                 |
| I/O (bytes)                           | 1024/1024      | 1024/1024             | 2048/2048                  |                               | 8192/8192      | 8192/8192                     | 8192/8192       |
| I/O process image (bytes)             | 128/128        | 128/128               | 128/128                    |                               | 256/256        | 2048/2048                     | 2048/2048       |
| Digital channels (central)            | 256            | 1024                  | 1024                       |                               | 1024           | 1024                          | 1024            |
| Analog channels (central)             | 64             | 256                   | 256                        |                               | 256            | 256                           | 256             |
| <b>DP interfaces</b>                  |                |                       |                            |                               |                |                               |                 |
| DP master systems internal / CP 342-5 | ○ / ●          |                       | ● / ○                      |                               | ● / ●          | ● / ●                         | ● / ●           |
| DP slaves                             |                |                       | ●                          |                               | ●              | ●                             | ●               |
| <b>PROFINET interface</b>             |                |                       |                            |                               |                |                               |                 |
| PROFINET CBA                          |                |                       |                            | ●                             |                | ●                             | ●               |
| PROFINET IIO                          |                |                       |                            | ●                             |                | ●                             | ●               |
| PROFINET with IRT                     |                |                       |                            |                               |                |                               | ● j)            |
| TCP/IP                                |                |                       |                            | ●                             |                | ●                             | ●               |
| UDP                                   |                |                       |                            | ●                             |                | ●                             | ●               |
| ISO-on-TCP (RFC 1006)                 |                |                       |                            | ●                             |                | ●                             | ●               |
| Web server                            |                |                       |                            | ●                             |                | ●                             | ●               |
| Data set gateway <sup>2)</sup>        |                |                       |                            |                               |                |                               | ●               |

# Siemens S7-400

| CPU                                   | CPU 412-1      | CPU 412-2 | CPU 414-2     | CPU 414-3      | CPU 414-3 PN/DP |
|---------------------------------------|----------------|-----------|---------------|----------------|-----------------|
| Dimensions (mm)                       | 25 x 290 x 219 |           |               | 50 x 290 x 219 |                 |
| No. of slots                          | 1              |           |               | 2              |                 |
| Order number core: 6ES7               | 412-1XJ        | 412-2XJ   | 414-2XX       | 414-3XM        | 414-3EM         |
| <b>Work memory</b>                    |                |           |               |                |                 |
| Integrated                            | 288 KB         | 512 KB    | 1 MB          | 2.8 MB         |                 |
| Instructions                          | 48 K           | 84 K      | 170 K         | 460 K          |                 |
| For program                           | 144 KB         | 256 KB    | 512 KB        | 1.4 MB         |                 |
| For data                              | 144 KB         | 256 KB    | 512 KB        | 1.4 MB         |                 |
| <b>Processing times</b>               |                |           |               |                |                 |
| Bit operation                         | 0.075 µs       |           | 0.045 µs      |                |                 |
| Word operation                        | 0.075 µs       |           | 0.045 µs      |                |                 |
| Fixed-point operation                 | 0.075 µs       |           | 0.045 µs      |                |                 |
| Floating-point operation              | 0.225 µs       |           | 0.135 µs      |                |                 |
| <b>Bit memories, timers, counters</b> |                |           |               |                |                 |
| Bit memory                            | 4 KB           |           | 8 KB          |                |                 |
| S7 timers/counters                    | 2048 / 2048    |           | 2048 / 2048   |                |                 |
| IEC timers/counters                   | ●              |           | ●             |                |                 |
| <b>Address areas</b>                  |                |           |               |                |                 |
| I/O                                   | 4 KB / 4 KB    |           | 8 KB / 8 KB   |                |                 |
| Process I/O image                     | 4 KB / 4 KB    |           | 8 KB / 8 KB   |                |                 |
| Digital channels                      | 32768 / 32768  |           | 65536 / 65536 |                |                 |
| Analog channels                       | 2048 / 2048    |           | 4096 / 4096   |                |                 |
| <b>DP interfaces</b>                  |                |           |               |                |                 |
| Number of DP interfaces               | 1 (MPI/DP)     | 1         | 1             | 2              | 1               |
| Number of DP slaves                   | 32             | 64        | 96            | 96 each        | 125 each        |
| Plug-in interface modules             |                |           |               | 1 x DP         | 1 x DP          |
| <b>PN interfaces</b>                  |                |           |               |                |                 |
| Number of PN interfaces               |                |           |               |                | 1 (2 ports)     |
| PROFINET IIO                          |                |           |               |                | ●               |
| PROFINET with IRT                     |                |           |               |                | ●               |
| PROFINET CBA                          |                |           |               |                | ●               |
| TCP/IP                                |                |           |               |                | ●               |
| UDP                                   |                |           |               |                | ●               |
| ISO-on-TCP (RFC 1006)                 |                |           |               |                | ●               |
| Web server                            |                |           |               |                | ●               |
| Data set gateway                      |                |           |               |                | ●               |