



RESUMEN

AUTOMATIZACIÓN AVANZADA

Autor

LEÓN PITA Pedro

Este documento contiene las respuestas a las preguntas al final de los temas para el examen final del 21 de mayo del 2018. Además de la teoría es necesario repasar ejercicios prácticos de diagramas de cableados y problemas de GRAFCET.

Cualquier errata, comentario o añadido, enviar el PDF comentado a pleonpita@gmail.com, gracias.

Última actualización 17 de mayo de 2018

Índice

I	Automatización avanzado	2
1	Introducción	2
2	Arquitectura de un sistema automatizado	5
3	Autómata programable	8
4	Metodología GRAFCET	10

Parte I

Automatización avanzado

1. Introducción

Qué es automatizar

Utilización de técnicas y equipos para el gobierno de un proceso industrial de tal forma que funcione de forma automática, con poca o ninguna intervención humana.

Elementos principales de un proceso simple automatizado

- Proceso: proceso de naturaleza discreta.
- Accionamiento: modula la energía.
- Sensores: finales de carrera, intensidad, temperatura...
- Sistema de control.
- Interfaz hombre máquina.

Diferencia entre variable binaria, digital y continua

- Binaria: un bit, 1 o 0.
- Digital: conjunto finito de bits.
- Continua: temperatura, velocidad, intensidad, tensión.

Identificación de los elementos principales en un proceso real automatizado

Para un proceso concreto: ascensor, vías de tren o el que quiera ponerte el profesor en el examen, en esta pregunta habría que identificar ejemplos de los 5 elementos principales enumerados dos preguntas más arriba.

Identificación de tipos de variables en un proceso real automatizado

Para un proceso concreto: ascensor, vías de tren o el que quiera ponerte el profesor en el examen, en esta pregunta habría que identificar ejemplos de los 3 tipos de variables (si se usan los 3) enumerados dos preguntas más arriba.

Procesos de naturaleza continua vs discreta

- **Naturaleza discreta:** modelados por un **conjunto finito de estados no solapados** y por **transiciones** que llevan al proceso de un estado a otro. Variables tanto binarias como digitales. Es reversible y no monótono.
- **Naturaleza continua:** conjunto de estados descritos por variables de tipo continuo (infinitos estados entre un estado y otro). La **entrada** y **salida** del proceso está relacionada mediante un **modelo continuo**. También son reversibles y monótonos.

Herramientas matemáticas típicas usadas en la Automatización

Algebra de Boole, Máquinas de estado, redes de Petri, GRAFCET, UML, ecuaciones diferenciales, transformada de Laplace y transformada z cuando los procesos son lineales.

Relación entre automatización y regulación automática

- **Control:** estudia un caso particular de la Automatización. Minimizar el error numérico entre el comportamiento del proceso y el deseado por el operador.
- **Automatización:** se supervisa la parte gestionada por Control (se envían órdenes y se reciben cambios).

Identificación en un sistema concreto entre las partes gestionadas por la automatización y el control

Para un sistema concreto: ascensor, vías de tren o el que quiera ponerte el profesor en el examen, en esta pregunta habría que diferenciar la parte de control, relacionada con las variables de salida, las variables de entrada y los mandos, de la parte de automatización que sería más en relación con acciones determinadas.

En el ejemplo del ascensor, tendríamos todo un sistema robusto de interfaz con el usuario: pulsadores, pantallas, etc. y en base a las órdenes del usuario se mueve el ascensor. La velocidad del ascensor necesita de un control tal que arranque y frene de forma progresiva, por ejemplo.

Diferencias entre proceso simple vs complejo

En un sistema complejo existen subzonas, el control está jerarquizado y existe cooperación entre subprocesos. Estos subprocesos son procesos simples.

Ejemplos de procesos complejos automatizados

- Generación de energía.
- Transmisión y distribución de energía.
- Procesos continuos.
- Fabricación.
- Almacenamiento y logística.
- Obra civil y edificios.

Diferencias entre procesos continuos y procesos de producción por lotes

En un proceso continuo la salida es un flujo continuo como indica su nombre mientras que en un proceso de producción por lotes la salida se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material (los famosos Kanban de SPF).

Razones para automatizar

- Incrementar la productividad.
- Satisface de manera flexible la demanda de los clientes.
- Mejora las condiciones de trabajo del personal.
- Realiza operaciones imposibles de realizar manualmente.
- Simplifica las tareas de mantenimiento.
- Vamos, que automatizar es la leche.

2. Arquitectura de un sistema automatizado

Descripción resumida de los niveles del modelo ISA

- Nivel 0: nivel de **proceso**.
- Nivel 1: nivel de **control**. Control directo del proceso y adquisición directa de datos. Sensores, accionamientos y controladores.
- Nivel 2: nivel de **supervisión**. Gestión en tiempo real de la producción de la planta en su conjunto. Visualización del estado de la planta, gestión de alarmas y envío de órdenes.
- Nivel 3: nivel de **gestión de la producción**. Gestión de las órdenes de trabajo, gestión de recursos, control de calidad, mantenimiento.
- Nivel 4: nivel de **gestión de la empresa**. Administración (finanzas y planificación a largo plazo) y planificación de la producción (coordinación de plantas, stock).

Qué se entiende por pirámide de automatización

Es la ejecución práctica de las funciones de los niveles ISA. En ella aparecen los nombres de los equipos de cada nivel. En el nivel superior hay mayor concentración de información y mayor impacto.

Tipos de sensores

- Inductivos, capacitivos, fotoeléctricos.
- Final de carrera.
- Cámaras de control de calidad.
- Metrológicos: electricidad, gas, agua.
- Identificación (RFID).

Tipos de accionamientos

- Eléctricos: motores, resistencias, relés, contactores.
- Neumáticos e hidráulicos: electroválvulas, cilindros.
- Complejos: robots.

Tipos de controladores

- Genérico: autómatas programables y reguladores industriales.
- Específico: CNC, relé de protección, termostatos inteligentes, E-box.

Cómo varía la escala de tiempo a lo largo de la pirámide de auto

- Control: milisegundos, segundos.
- Supervisión: segundos, horas.
- Gestión de la producción: horas, semanas.
- Gestión de la empresa: semanas, meses.

Qué tienen en común el control de un sistema eléctrico y el de un gasoducto

Ambos son controles centralizados, al realizarse la comunicación entre los subsistemas a través de un ordenador central.

Funciones más importantes de un MES

- Administración de órdenes de producción.
- Recopilación y adquisición de datos.
- Gestión de calidad.
- Trazabilidad del producto.
- Análisis de rendimiento y productividad: cálculo de KPIs.
- Gestión de mantenimiento.
- Asignación de recursos y su control.
- Gestión del proceso.
- Planificación detallada.
- Administración de documentos.
- Control de trabajadores.

Funciones más importantes de un ERP

- Gestión financiera.
- Gestión de recursos humanos.
- Gestión de la producción.
- Gestión de materiales y proveedores.

- Ventas y logística interna.
- Gestión de medios técnicos y mantenimiento.

Cómo interaccionan entre sí los niveles de la pirámide de automatización para conseguir que una orden de pedido sea perfectamente ejecutada

El nivel de gestión de la empresa (ERP) envía la petición de producción al nivel de gestión de la producción (MES). Este, procesa las instrucciones y se encarga de ejecutarlas utilizando los niveles inferiores, que realizan las operaciones y llevan a cabo el proceso ejecutando los controles necesarios. A su vez, los niveles de control informan al MES de su estado, y este informa al ERP del estado de la orden inicial, así como de los recursos utilizados y los resultados obtenidos.

Qué son los KPIs

Key Performance Index. Índices del comportamiento de la planta: temperatura de un horno, rendimiento de una máquina, etc.

Cuál es la diferencia entre un control centralizado y un control distribuido

En un control centralizado las comunicaciones se realizan a través de un ordenador central mientras que en un sistema distribuido las comunicaciones se realizan de igual a igual entre elementos controladores.

Qué es un DCS y cuándo es ventajoso frente a PLCs y SCADA

Distributed Control System, sistemas de producción continua, con multitud de servo-válvulas donde hay que controlar su apertura, múltiples lazos de regulación, multitud de sensores y lógica distribuida muy simple o inexistente.

Diseño y programación de los niveles 1 y 2 de manera integral, frente a programar PLCs por un lado y SCADA por otro.

Por qué es importante la interoperabilidad

La interoperabilidad es un tipo de comunicaciones entre funciones de distintos equipos físicos. Es un tipo de comunicación estandarizada.

3. Autómata programable

Que es un PLC

Sistema electrónico con funcionamiento digital, diseñado para su uso en un **entorno industrial**, que utiliza una **memoria programable** para el almacenamiento interno de **instrucciones** orientadas al usuario, para la implementación de **funciones** específicas de tipo lógico, secuencial, de temporización, de conteo, y aritmética, para controlar mediante **entradas** y **salidas** digitales o analógicas, diversos tipos de **máquinas** o **procesos**.

Cómo funciona un PLC

El PLC sigue un proceso con el cual simula el funcionamiento de un automatismo cableado. En primero lugar lee las entradas, ejecuta un programa de control definido previamente y luego escribe las entradas al pin correspondiente. Tanto la lectura como la escritura son realizadas por el sistema operativo, mientras que el programa de control lo define el usuario.

Qué es estándar normaliza los lenguajes para programar un PLC

Los normaliza la IEC, International Electrotechnical Commission, en la norma IEC 61131-1.

Lenguajes de programación de un PLC

- Lista de instrucciones (IL, Instruction List).
- Diagrama de contactos (LD, Ladder Diagram).
- Texto estructurado (ST, Structured text).
- Diagrama de bloques funcionales (FBD, Function Block Diagram).
- Gráfico funcional secuencial (SFC, Sequential Function Chart) GRAFCET.

Máximo y mínimo retardo entre el cambio de una entrada y su salida

$$T_{min} = T_{RetardoEntrada} + T_{RetardoSalida} + T_{EjecucionPrograma}$$

$$T_{max} = T_{RetardoEntrada} + T_{RetardoSalida} + 2 \cdot T_{EjecucionPrograma}$$

Cómo se ejecutan los símbolos gráficos de los lenguajes de programación en el PLC

Los símbolos gráficos son traducidos por el PLC a lenguaje ensamblador (y luego a lenguaje de máquina) para ejecutarlos. Cabe destacar que aunque gráficamente se pueden poner acciones en paralelo, la ejecución de las instrucciones es secuencial por lo que el paralelo es simulado.

Características de un PLC

- Tamaño de memoria.
- Tempo de ciclo de scan.
- Número máximo de entradas o salidas, analógicas o digitales.
- capacidad de expansión (compacto o modular).
- Funciones integradas (PID).
- Conexión a red: Profibus, Modbus, Profinet, Ethernet.
- Coste.
- Herramienta de desarrollo.
- Soporte, entrenamiento.

Fabricantes principales de PLCs

Siemens, Rockwell, Mitsubishi, Schneider, Omron, Bosch Rexroth, GE Fanuc, ABB y Toshiba.

Por qué las señales relacionadas con la seguridad o con la parada usan nivel bajo

Para que en caso de rotura de cable, el sistema se detenga inmediatamente. De no ser así, el sistema seguiría funcionando normalmente pero al dar señal de parada este seguiría, causando problemas de seguridad.

PLC vs diseñar un sistema digital

- Sistemas digitales y fiables con manuales de instrucciones exhaustivos.
- Adaptados para trabajar en ambientes industriales en condiciones no ideales.
- Simplicidad de uso y aprendizaje, la programación es simple y fácil de entender.

4. Metodología GRAFCET

Para qué sirve un GRAFCET

para especificar el comportamiento de un sistema secuencial. Utiliza un lenguaje gráfico que organiza el control secuencial como un conjunto de etapas y transiciones conectadas mediante uniones, denominado GRAFECT.

Elementos fundamentales de un GRAFCET

Etapas inicial, transición, acción, unión, unión ascendente, envío, etapa.

GRAFCET descriptivo vs tecnológico

- **Descriptivo:** aproximado. Los identificadores son frases que describen la etapa o transición.
- **Tecnológico:** contiene todas las señales de entrada y salida. Los identificadores se diferencian por prefijos gf-, o-, i-.

Lenguaje GRAFCET vs SFC

GRAFCET es la metodología del modelado de autómatas programables mientras que SFC es el lenguaje de programación.

Etapas normal vs etapas iniciales

La etapa inicial se diferencia por un recuadro doble.

Unión de selección vs unión de sincronización

Selección se utiliza cuando interesa una secuencia alternativa mientras que sincronización es para secuencias simultáneas.

Tipos de acción

- Continua no condicionada: 1 si está asociada a una acción activa y 0 si no.
- Continua condicionada: igual que continua pero toma el valor de la condición,
- Asociada a una activación de etapa: se ejecuta la sentencia al entrar en la etapa.
- Asociada a la desactivación de la etapa: se ejecuta la sentencia al salir de la etapa.
- Asociada al evento en la etapa: se ejecuta la sentencia cada vez que se da el evento.

Es correcto incrementar un contador en una acción no condicionada

No, el contador se incrementaría con cada ciclo de csan, hay que condicionar la acción al flanco de subida para que el controlador sea correcto.

Es correcto que sólo aparezca el identificador de una variable en una acción asociada a la activación de una etapa

No es correcto, porque si solo aparece el identificador de una variable implica que el objetivo de la acción no es incrementar el valor de una variable y al ser una acción asociada a la activación de una etapa no tiene sentido otro tipo de acción que nos sea incrementar un contador.

Cómo se define que una etapa de un GRAFCET se ejecute durante 30 segundos

Se añade la condición de transición: $gsXXXX.T \geq 30s$

Cómo se define que una secuencia se ejecute durante al menos una hora

Al salir de la etapa inicial: timeTest.Ini(1h)

tParo:=iParo*timeTest.End()

Por qué no se debe encadenar acciones (cuando termina una comienza la siguiente) dentro de una etapa

Porque luego es más difícil de depurar en caso de errores. Es muy complicado de entender si está todo encadenado dentro de una sola etapa.

Por qué determinados dibujos no cumplen con la sintaxis del lenguaje GRAFCET

Dependerá del dibujo que pongan en el examen.

Cómo es el modelo de ejecución del GRAFCET en un PLC

1. Leer entradas física y almacenar en variables de entrada.
2. Ejecutar instrucciones previas al GRAFCET.
3. Ejecución del GRAFCET: Evaluar transiciones activas:
 - Etapas que permanecen activas: ejecutar acciones.
 - Nuevas etapas: ejecutar acciones asociadas a la salidas de etapas que se abandonan. Ejecutar acciones asociadas a la entradas en las nuevas etapas. Ejecutar acciones asociadas a las nuevas etapas.

4. Ejecutar instrucciones posteriores al GRAFCET.
5. Actualizar salidas físicas con variables de salida.
6. Volver a 1.

Por qué una orden de parada nunca lleva flanco

Porque la orden de parada debe actuar inmediatamente en cualquier situación y estado en el que se encuentre el GRAFCET. Al no llevar flanco, dicha parada se realiza instantáneamente. De lo contrario, tendrá que esperar a que se produjera el flanco para parar el GRAFCET.

Por qué una secuencia de etapas que utilizan la misma condición lógica en la transición puede ser incorrecta, si no es de tipo flanco

Porque la secuencia lógica podría ser correcta para todas las etapas en un único ciclo de scan, ejecutándose todas las etapas, mientras que el objetivo del usuario podría ser que se ejecute la primera etapa la primera vez que se cumple la condición, la segunda etapa la segunda vez y así con todas las etapas. **Cuáles son los prefijos y su significado, que se recomiendan para definir el identificador de una variable**

- iVariable: variable de entrada interna.
- piVariable: variable de entrada física.
- oVariable: variable de salida interna.
- poVariable: variable de salida física.
- tVariable: variable temporal.
- svariable: variable estática.
- timeVariable: variable temporizador.