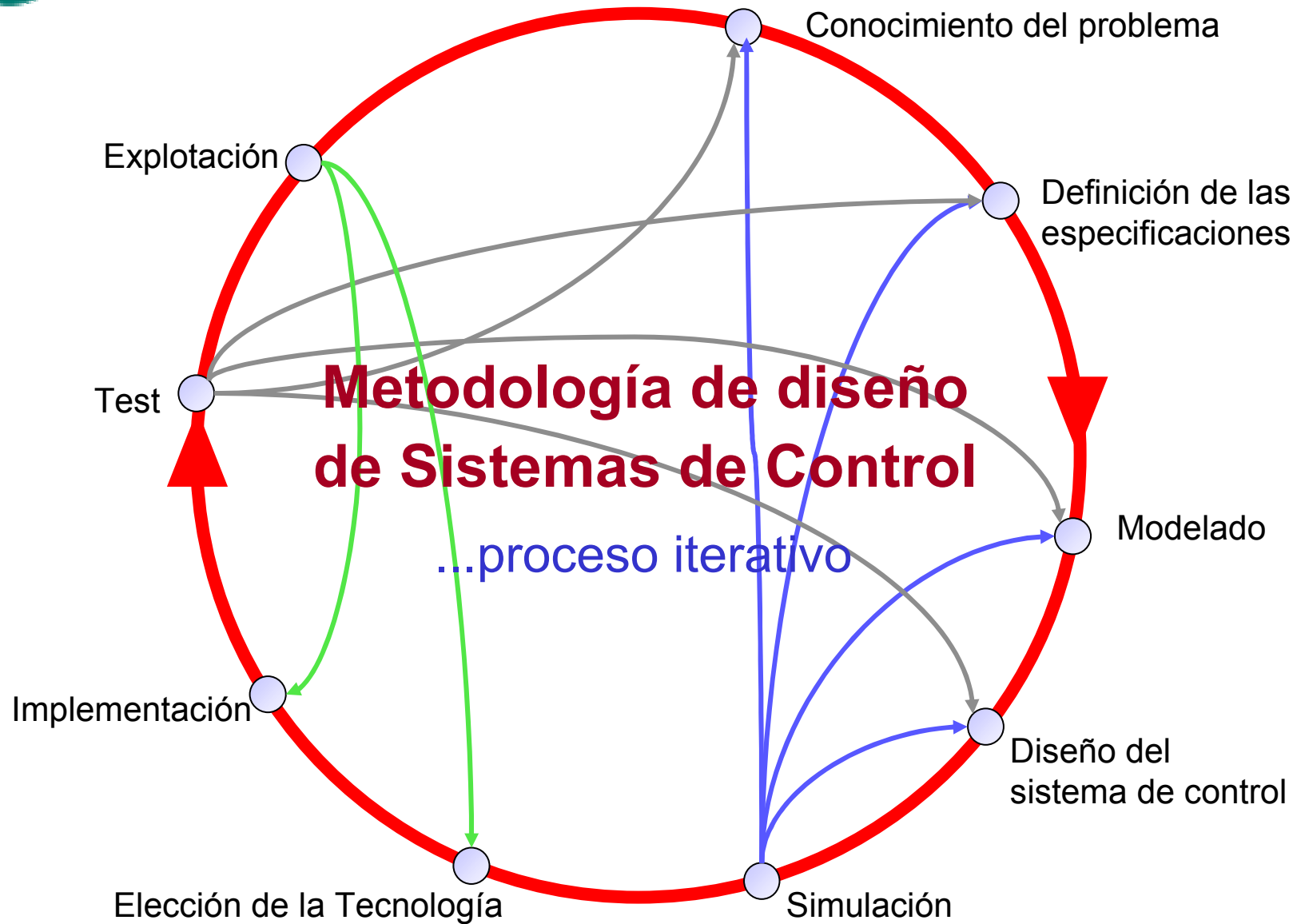




Metodología de diseño de Sistemas de Control

Tema 2



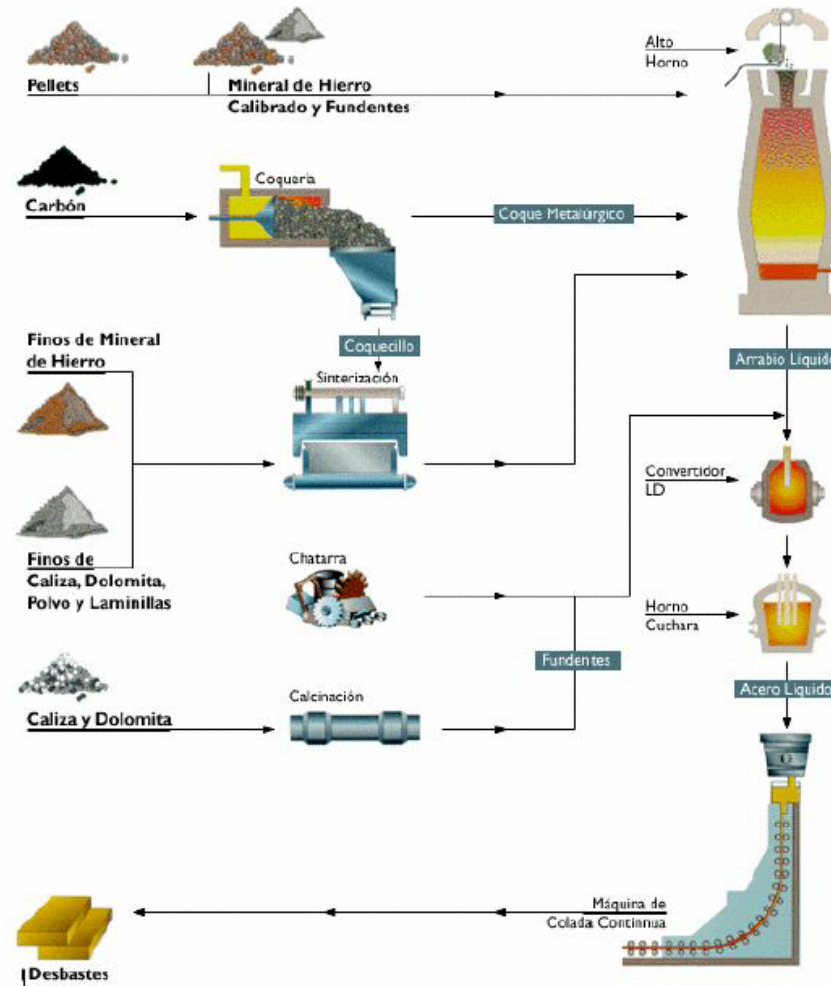


Conocimiento del Problema

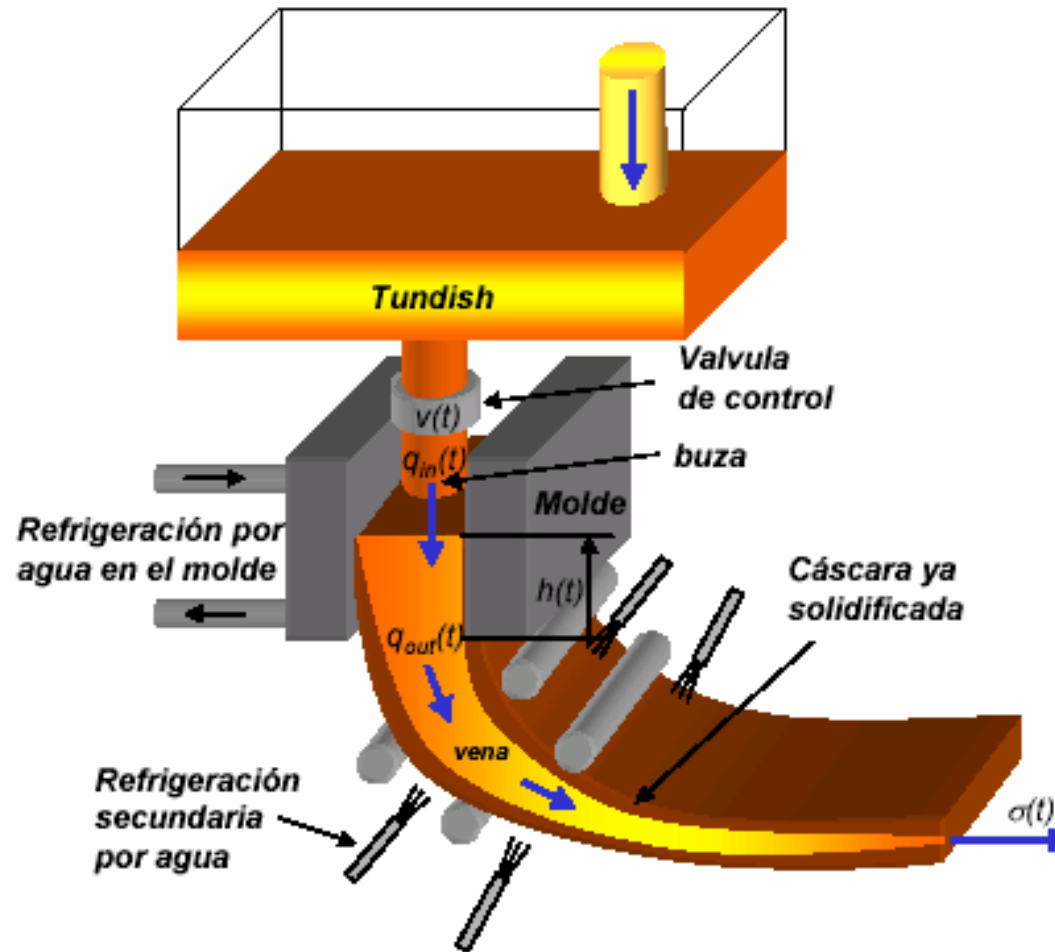
- **Comprensión general del problema**
 - Conocimiento de la física del sistema (estado del arte, visitas y contactos con personal de planta, etc.)
 - Análisis de Datos del proceso
 - Contexto del proceso
 - ¿de qué otros procesos depende y en cuáles influye?
 - ¿qué perturbaciones pueden presentarse?
 - ¿qué tipos de señales maneja?
 - ¿características de las señales (ancho banda, etc.)?
 - Vertientes económica, social, etc.
- ¿Qué variables debo medir para conocer el estado de funcionamiento del proceso?
- ¿Qué variables son necesarias para llevar al proceso al comportamiento deseado?

Ej: Colada Continua (Goodwin, tema 2 online)

<http://csd.newcastle.edu.au/>



Ej: Colada continua





Ej: Colada Continua

Variables relevantes:

h^* : nivel de acero de referencia en el molde

$h(t)$: nivel real de acero en el molde

$v(t)$: posición de la válvula

$\sigma(t)$: velocidad de colado

$q_{in}(t)$: caudal de material entrante al molde

$q_{out}(t)$: caudal de material saliente del molde





Definición de las especificaciones

Con el conocimiento disponible sobre el proceso que se va a controlar y la tecnología y presupuesto disponible para ello, habrá que...

- definir las especificaciones
 - ¿Qué se supone que debe hacer el sistema de control?
 - ¿Cómo?
 - ¿Cuánto error es permisible?
- traducir las especificaciones al lenguaje del Control
 - Especificaciones frecuenciales
 - Especificaciones temporales
 - Errores, etc.



Ej: Colada Continua

Especificaciones:

- Seguridad: evitar derrames y perforaciones
- Productividad: respuesta a cambios de velocidad
- Calidad: impurezas y refrigeración uniforme
- Mantenimiento: desgaste de buza y válvula

A partir de ellas se pueden especificar errores en régimen permanente, sobreoscilaciones máximas admisibles, velocidad de respuesta, ...





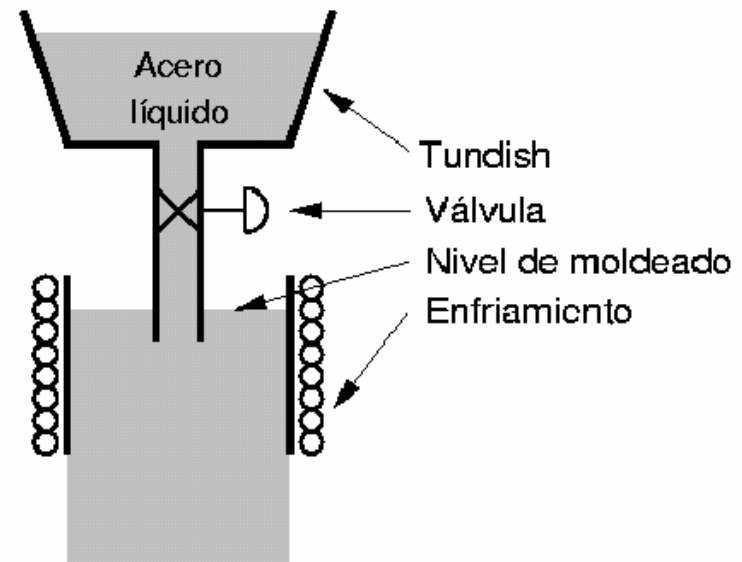
Modelado

- Elección de hipótesis válidas de trabajo
(← conocimiento del problema)
- Obtención de un modelo simplificado apto para el diseño (lineal mediante técnicas de linealización)
- Validación previa de ese modelo
(← simulación)

Ej: Colada Continua

Modelo:

$$h(t) = \int_{-\infty}^t (q_{in}(\tau) - q_{out}(\tau)) d\tau$$



$$v(t) = q_{in}(t)$$

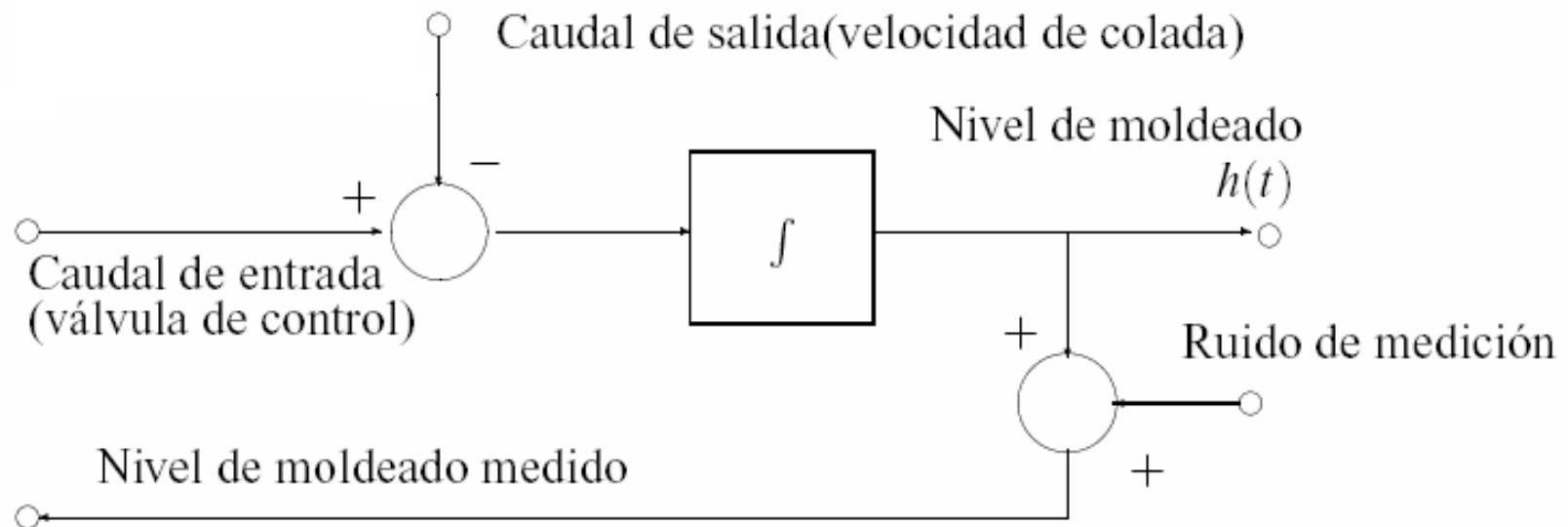
$$\sigma(t) = q_{out}(t)$$

$$h_m(t) = h(t) + n(t)$$



Ej: Colada Continua

Diagrama de bloques:







Diseño del Controlador

- **Técnicas de diseño**

 - *Sistemas de Regulación*

 - Lugar de las Raíces (si disponible función de transferencia)
 - Técnicas frecuenciales (si disponible Bode)
 - PID empíricas (prueba y error, Ziegler-Nichols, etc.)
 - Otras: espacio de estados, control óptimo, síntesis directa, etc.

 - *Sist. de control secuencial*

 - Técnicas combinatoriales
 - GRAFCET

- **Evaluar** el modelo en cuanto a diversos aspectos (estabilidad relativa, seguimiento de referencias, dinámica, robustez, etc)

 - ← funciones de sensibilidad

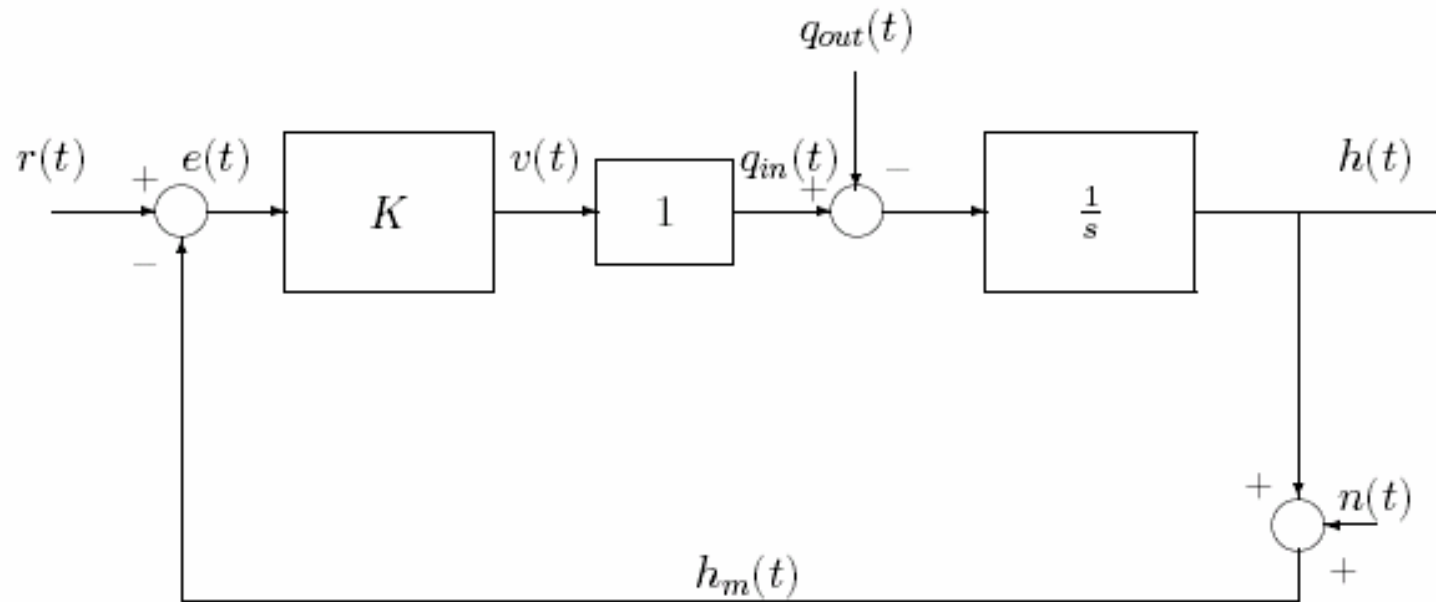
 - ← simulación

- **Optimizar:** en función del resultado de la evaluación, retocar el diseño original...



Ej: Colada Continua

Diagrama de bloques del sistema de control








Simulación

MATLAB/Simulink
StateFlow...

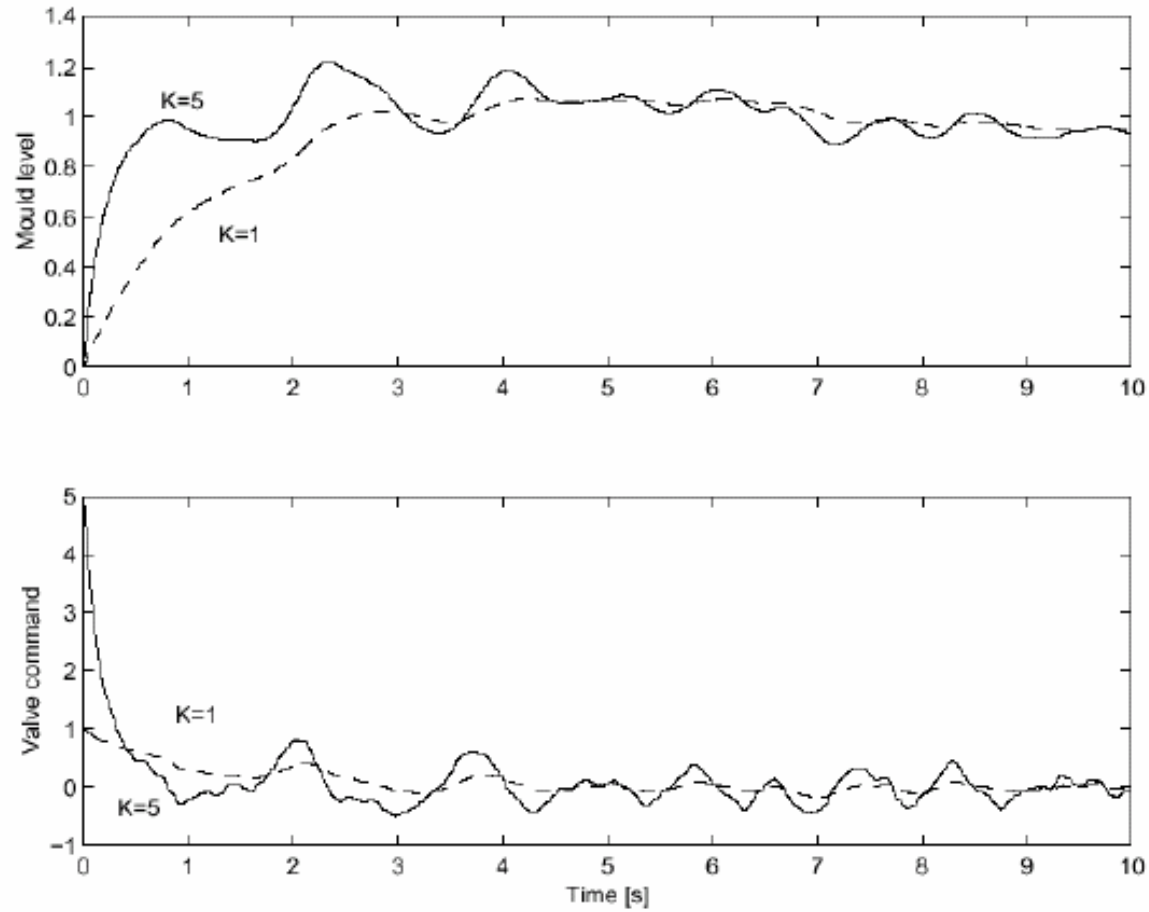
- **Construir un modelo** en un computador 
Modelo más verosímil del proceso+controlador desprovisto de hipótesis simplificadoras empleadas en la etapa de diseño tales como:
 - no linealidades,
 - saturaciones,
 - perturbaciones,
 - ruido,
 - variaciones en los parámetros del proceso
 - variaciones en las condiciones del entorno
- **Optimización.** El computador puede optimizar algún parámetro libre a fin de mejorar el rendimiento

Replantearse:

- El modelo del proceso
- Diseño del controlador



Ej: Colada Continua







Elección de la Tecnología (Sensores y Actuadores)

Sensores:

- Tecnología:
Eléctricos, magnéticos, mecánicos, ópticos, capacitivos, ultrasonidos, etc.
- Características:
Linealidad, precisión, repetibilidad, ancho de banda, cte. de tiempo, etc.
- Economía: Precio, disponibilidad, mantenimiento

Considerar:

-Localización

-Material a medir
(ej: medidas sin contacto)

Actuadores:

- Tecnología:
Eléctrica, hidráulica, neumática, magnética, etc.
- Características:
Potencia, fiabilidad, durabilidad, mantenimiento
- Economía:
Precio, disponibilidad, mantenimiento



Elección de la Tecnología (Controlador)

Sistemas de Regulación:

- Lógica cableada
 - Mecánica (ej: regulador de Watt)
 - Hidráulica
 - Electrónica (reg. analógicos, reg. industriales)
- Tecnología Programada
 - PLC (con módulos de regulación)
 - microcontrolador
 - microprocesador
 - DSP



Control Digital
Elección periodo muestreo
filtros antialiasing

Sistemas de Eventos discretos:

- Lógica cableada
 - Neumática
 - Hidráulica
 - Electrónica (puertas lógicas)
- Tecnología Programada
 - PLC
 - microcontrolador



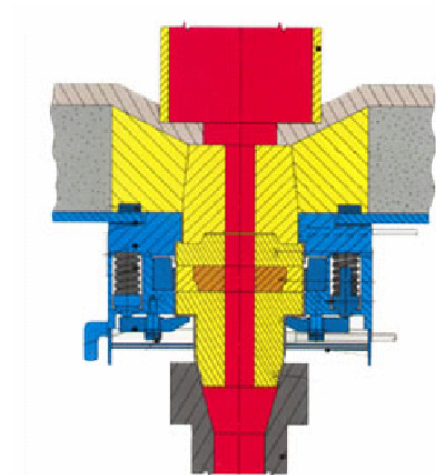
Ej: Colada Continua

Sensor de nivel:

- Eddy-current
- Óptico
- Radiación gamma

Actuador:

- Válvula de corredera (slide gate valve)







Implementación

- Entorno de trabajo (químico, térmico, electromagnético)
 - Ruidos y perturbaciones.
 - Tipo de cableado.
 - Protecciones (agua, térmica, corrosión, etc.)
- Ubicación, orientación ...
- Consideraciones medioambientales

Replantearse:

- Tecnología de Sensores y Actuadores
- Tecnología del controlador





Test

- La simulación no coincide siempre con la realidad
- Verificar la calidad y rendimiento del prototipo
- Pueden descubrirse modos de funcionamiento insospechados

Replantearse:

- El modelo del proceso
- Sensores y Actuadores
- Diseño/Tecnología del controlador

Ej: Colada Continua

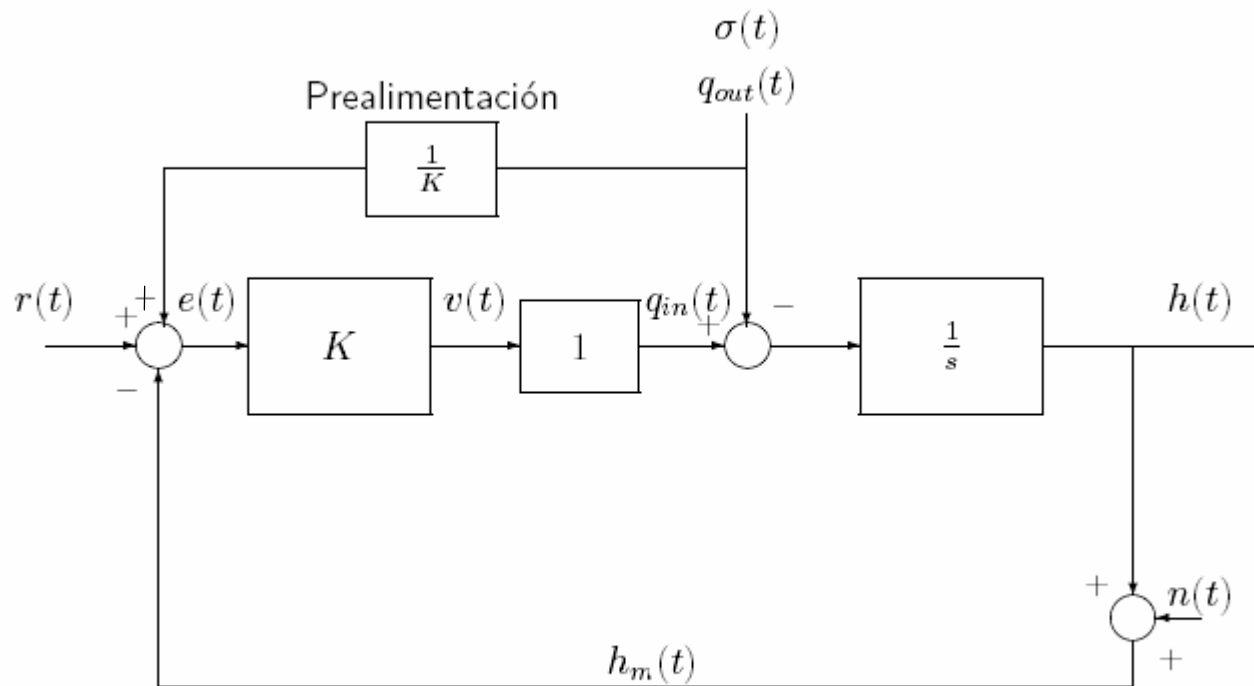
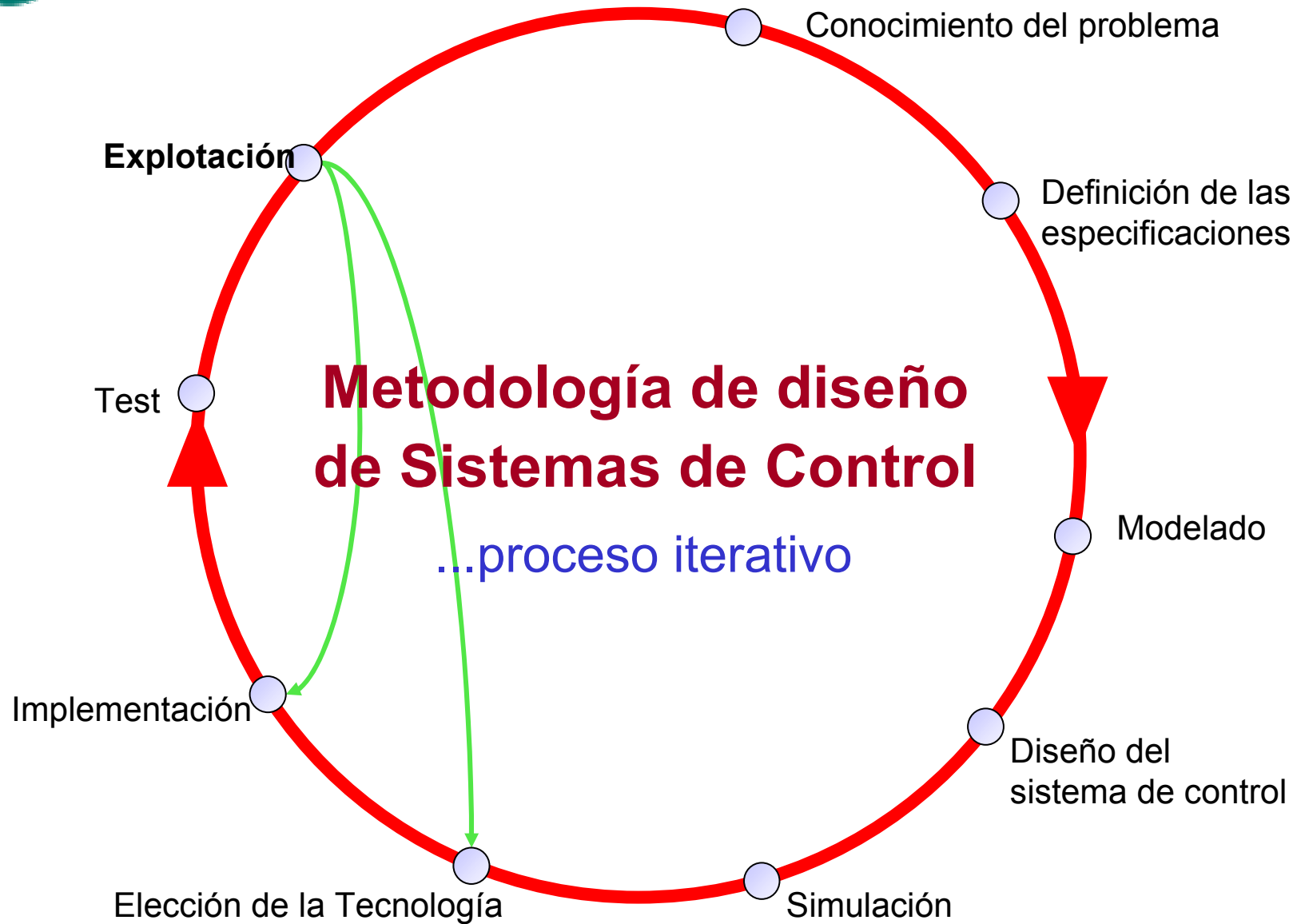


Figura 7: Prealimentación de la demanda de producción $\sigma(t) = q_{out}(t)$.





Explotación

- La fase de test no es definitiva
- El uso continuado en fase de explotación incorpora algunos elementos no previstos en la fase de test:
 - Estadística del uso (modos de uso frecuente)
 - Desgastes, deterioros paulatinos, tendencias
 - Fatiga térmica, mecánica, eléctrica...
- Ergonomía, usabilidad ... pueden hacer replantear las especificaciones iniciales del diseño (ej. rampa de aceleración en un ascensor)

Replantearse:

- Especificaciones iniciales
- Diseño del controlador

