

Principios de Diseño

Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad de Chile

Métodos de Diseño

Mantener las cosas simples, pero no demasiado simples

Einstein

Un buen principio es mantener en mente es la separación de problemas. No mezclar cosas que deben en realidad tratarse por separado.

Actividades en el diseño

Para administrar el desarrollo del diseño en general se emplean dos enfoques complementarios que son:

1. **La descomposición:** Es un proceso que divide un problema complejo en subproblemas menos complejos, hasta un nivel en el cual se tienen problemas manejables. En cada división debe de existir una descripción y documentación de cada subproblema obtenido.
2. **La abstracción:** Permite tener una visión simplificada del problema ya que no considera detalles irrelevantes al diseño.

Ambos enfoques **la descomposición y la abstracción** son la base de la mayoría de los métodos propuestos por la Ingeniería de diseño.

Enfoque de diseño por (des)composición

Si el sistema es complejo diseñelo (des)componiéndolo en componentes de máxima cohesión y mínimo acoplamiento

- Un sistema (o componente) es complejo si para el diseñador su diseño no es trivial o su solución no es directa (o sea será necesario utilizar alguna metodología de apoyo)
- El sistema debe ser bien definido, o sea debe conocerse sus objetivos, medio ambiente, recursos y restricciones

Actividades en el diseño

Cohesión y Acoplamiento:

La Cohesión se refiere a su fuerza interna que une las tareas de un componente en sí.

Allworth y Zobel definen seis medidas de la más débil hasta la más fuerte para la cohesión:

Allworth, S. T., and R. N. Zobel. Introduction to Real Time Software Design, 2nd Ed. New York: Springer-Verlag, 1987.

Niveles de Cohesión (1/2)

- Cohesión por coincidencias (débil)
 - Las funciones o componentes tienen relación muy superficial, por ejemplo ellas tienen el mismo número de empleados.
- Asociación lógica (débil)
 - Las funciones o componentes que realizan funciones similares, por ejemplo recepción de público, mantenimiento y soporte, etc.
- Cohesión temporal (débil)
 - Las funciones o componentes que son activados al mismo tiempo, por ejemplo recepción de materiales y control de inventario.
- Cohesión procedural (débil)
 - Los elementos de un componente realizan una secuencia de única, por ejemplo identificación, chequeo y autorización.

Niveles de Cohesión (2/2)

- **Cohesión de Comunicación (medio)**
 - Todos los elementos de una función o componente operan sobre la misma entrada y/o producen la misma salida, ejemplo recursos compartidos (acceso a datos, mensajería, mantenimiento y producción).
- **Cohesión secuencial (medio)**
 - La salida de una parte de una función o componente es la entrada de otra parte, ejemplo logística (carga-transporte-descarga).
- **Cohesión Funcional (fuerte)**
 - Cada parte de una función o componente es necesaria para la ejecución de una tarea, ejemplo asientos contables y generación de balances, programación y planificación de producción, etc.
- **Cohesión de objetivo (fuerte)**
 - Cada función o componente son requeridos para generar un determinado producto en una secuencia determinada, ejemplo procesos de negocios.

Escala de Tipos de Cohesión o Resistencia Interna

Máxima (mejor)



- Objetivo único
- Funcionalidad
- Secuencial
- Comunicación
- Procedural
- Temporal
- Lógica
- Incidental

Mínima (peor)

Actividades en el diseño

Cohesión y Acoplamiento:

Acoplamiento: Es una medida de la interdependencia entre las funciones de un sistema. Si dos funciones comparten información, recursos y/o decisiones se dice que están altamente acoplados.

Una medida para medir el grado de acoplamiento de un sistema es medir el trabajo necesario para sustituir una función o tarea y remplazarlo por otra.

Actividades en el diseño

Cohesión y Acoplamiento:

- A mayor acoplamiento peor es el diseño pues un cambio en una componente tiene mayor impacto en el comportamiento (operación) de aquellas con las que está relacionada
- El acoplamiento aparece automáticamente al descomponer una componente

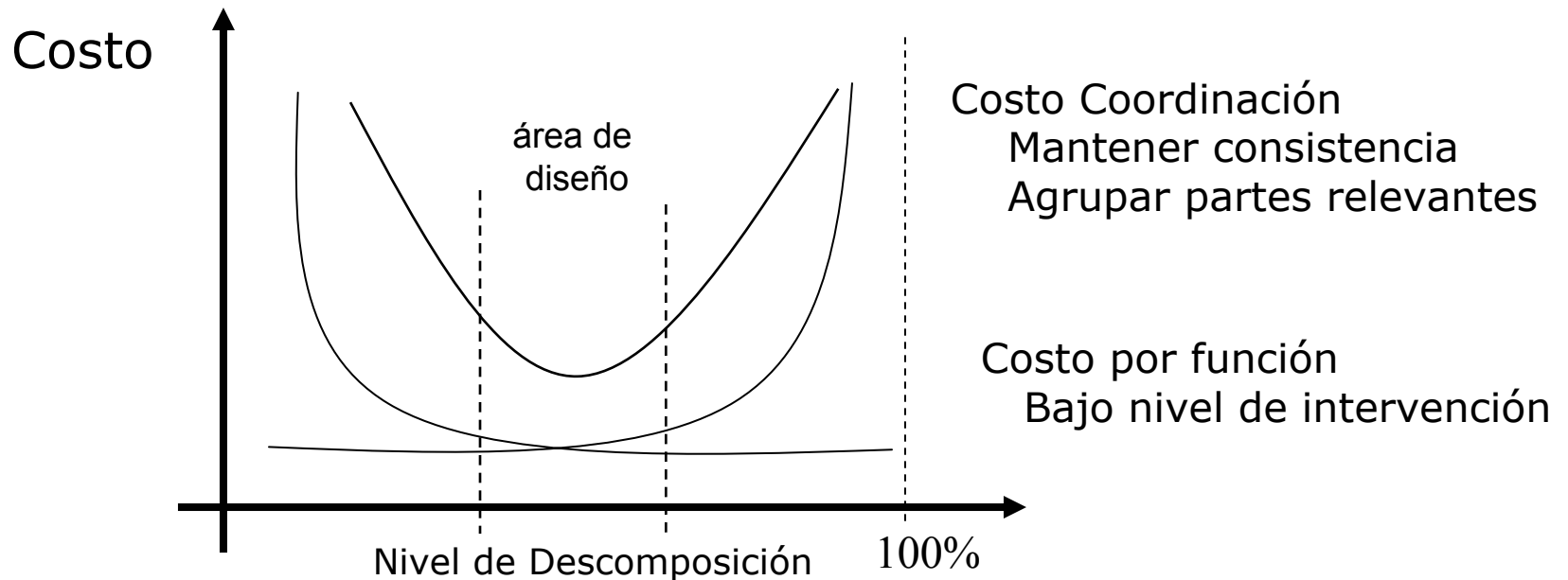
Cohesión – Acoplamiento como un atributo del diseño

- A menudo es difícil de clasificar la cohesión y acoplamiento
- La cohesión entre dos o más componentes siempre es la mayor de las existentes
- Mientras más débil sea la cohesión (menor acoplamiento) más simple es el proceso de descomposición.
- El problema de diseño puede ser formulado como determinar los componentes tal que:

$$\min_{C_1, \dots, C_n} \{ \max \{C_1\}, \dots, \max \{C_n\} \}$$

$$s.a. \quad f(C_1, \dots, C_n) \equiv C$$

¿Máxima Cohesión y Mínimo Acoplamiento?



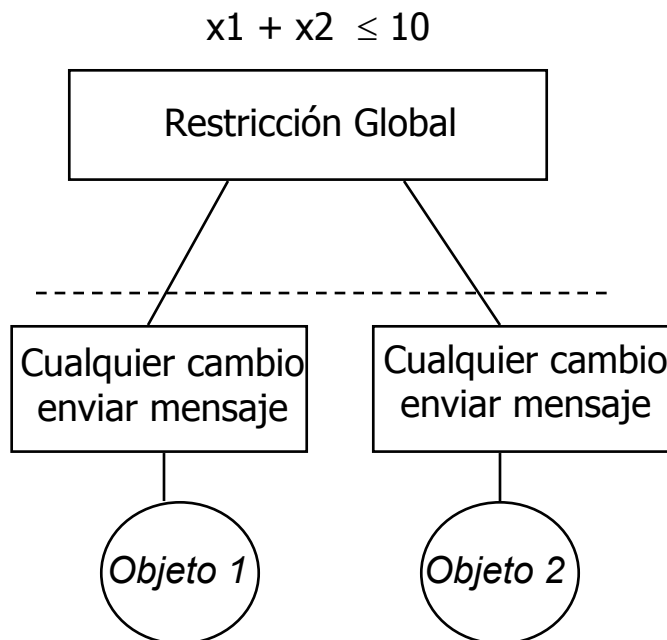
Ejemplo: caso de restricciones globales de actualización

- Se considera que una restricción del tipo debe ser monitoreada en diferentes sitios.
- En cada sitio hay un conjunto de variables u objetos
 - Caso simple: un objeto por sitio
 - Caso general: conjunto de objetos
- Se debe garantizar que la restricción global se conserva con mínimo “esfuerzo”

$$\Omega \equiv A\vec{y} \leq \vec{b}$$

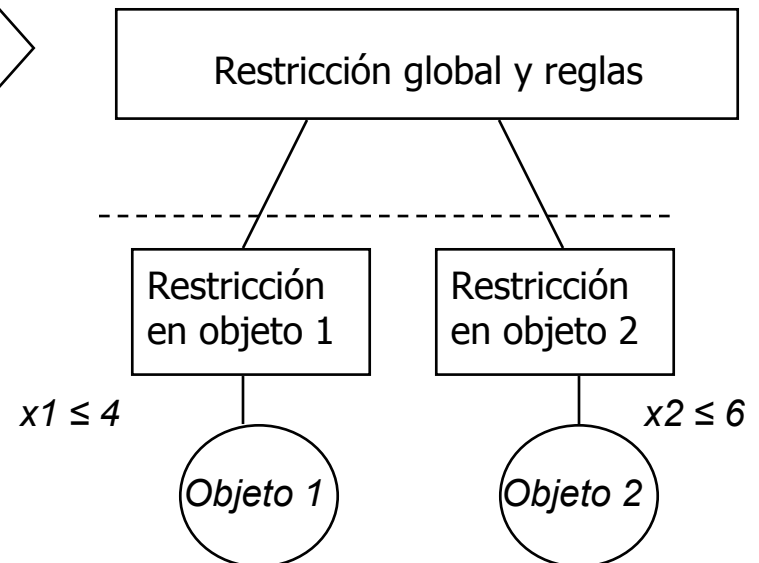
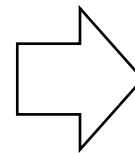
Restricciones simples

Aproximación simple



Regla 1: cuando $x1$ cambie ($x1 > 4$), obtenga $x2$, y chequear " $x1 + x2 \leq 10$ "

Regla 2: cuando $x2$ cambie ($x2 > 6$), obtenga $x1$, y chequear " $x1 + x2 \leq 10$ "



Referencia. Demarcation Protocol (Barbará, García-Molina, 1993)

Descomposiciones Seguras

Ω es $X + Y \leq 6$

$-X + 5Y \leq 15$

$5X - 4Y \leq 15$

$X, Y \geq 0$

Descomposición (1):

($\{0.5 \leq X \leq 2.5\}, \{0.5 \leq Y \leq 2.5\}$)

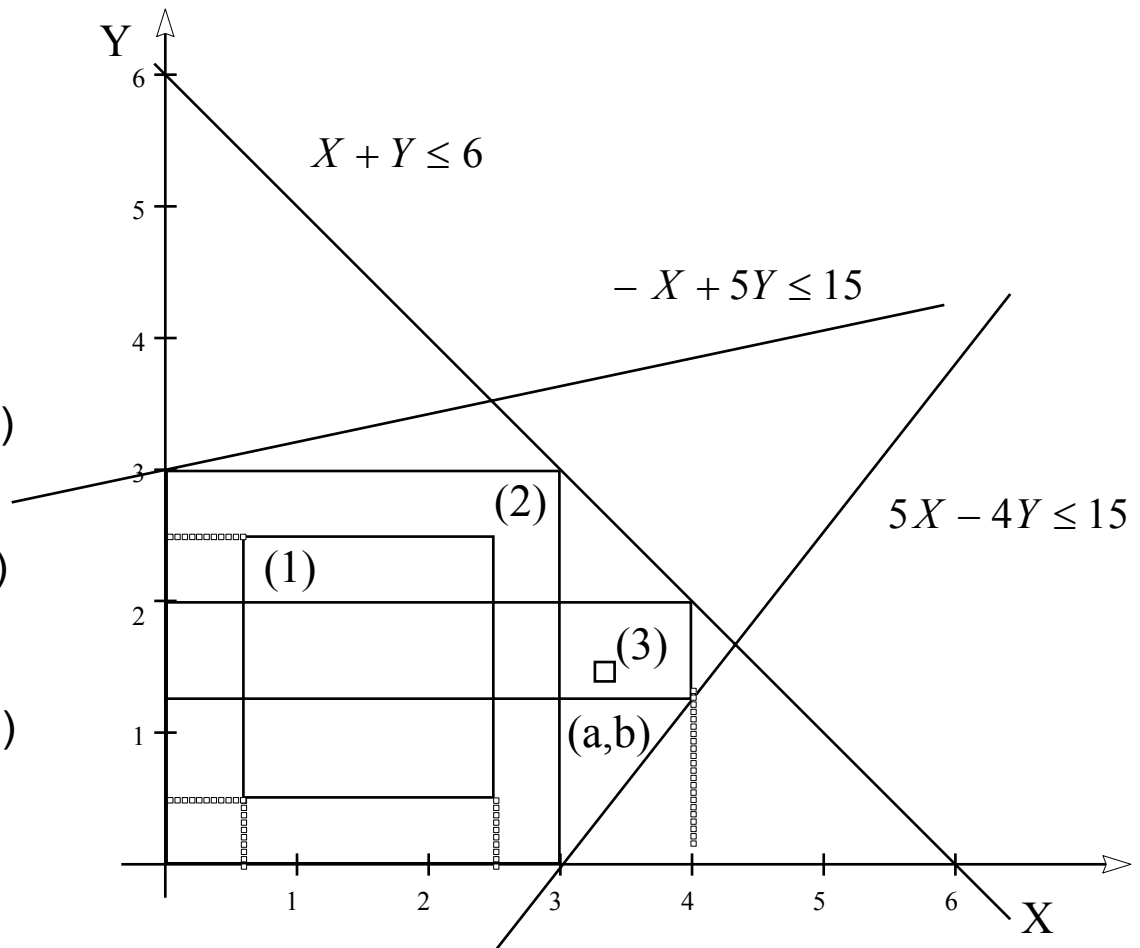
Descomposición (2):

($\{0.0 \leq X \leq 3.0\}, \{0.0 \leq Y \leq 3.0\}$)

Descomposición (3):

($\{0.0 \leq X \leq 4.0\}, \{1.25 \leq Y \leq 2.0\}$)

$$C_1 \wedge C_2 \models \Omega$$



Descomposiciones simples

- Una sola variable por sitio, entonces la descomposición es un intervalo
- Sea $Ay \leq b$ un conjunto de restricciones cerrado, entonces $v_i \leq y_i \leq u_i$, para todo i , es una descomposición segura si (v,u) es solución de P1

donde A' es la matriz $[A^+ \ A^-]$

$$P1) \max_{\vec{u}, \vec{v}} \prod_{i=1}^n (u_i - v_i)$$

$$s.a. \ A' \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \leq b$$

$$u_i - v_i \geq 0, \forall i$$

$$u_i, v_i \geq 0, \forall i$$

Conceptos del diseño estructurado

Diagrama de estructura

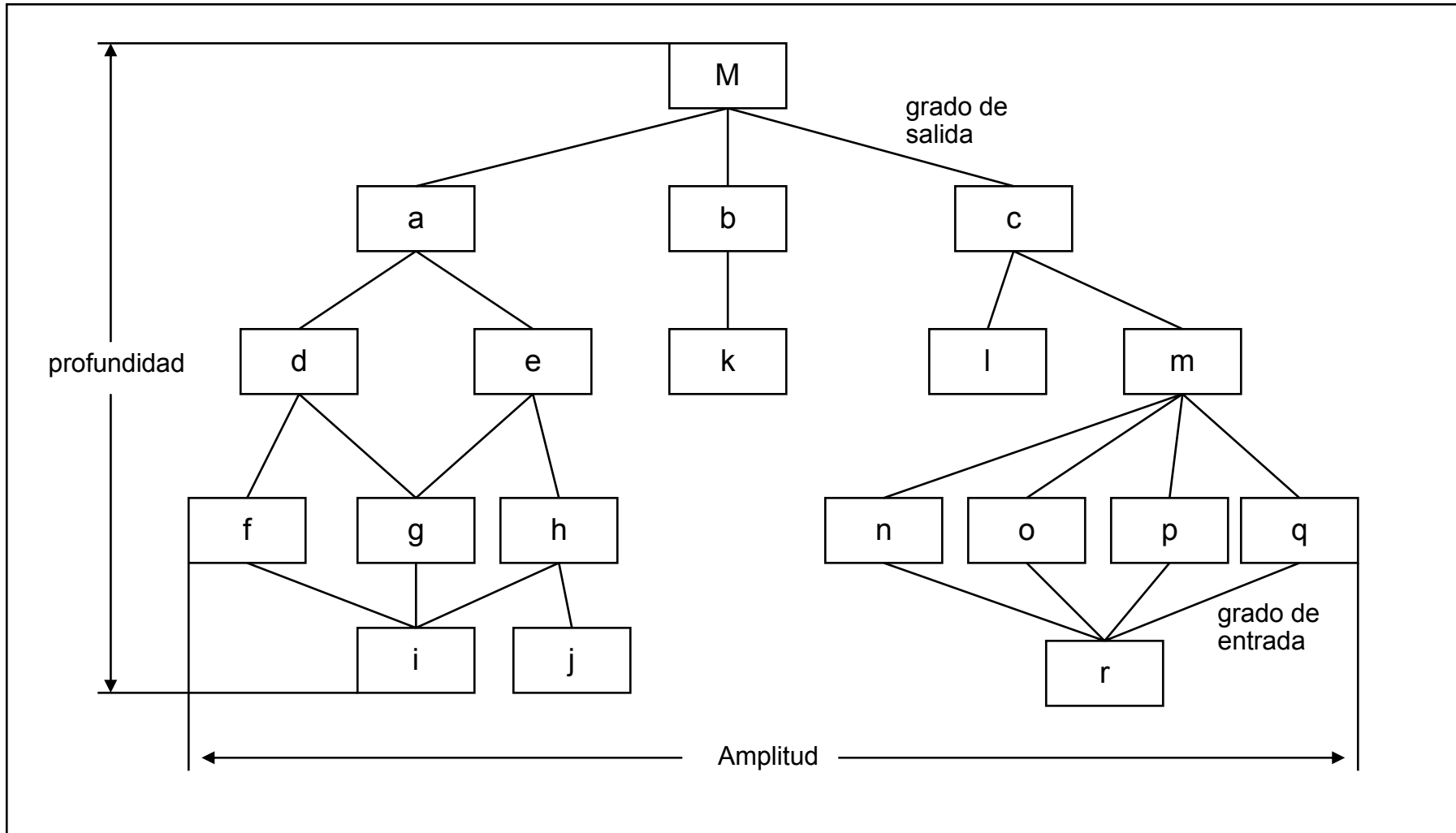


Diagrama de Estructura

- Si una componente es compleja se vuelve a descomponer
- Si una componente tiene más de una cohesión se considera la más fuerte
- La suma de las tareas de los hijos debe ser igual a las tareas de su padre
- Componente elemental es la que no es necesario descomponer pues es definible, diseñable, construible e implementable directamente
- En la definición de las componentes se utiliza el concepto de cohesión

Diagramas de estructura

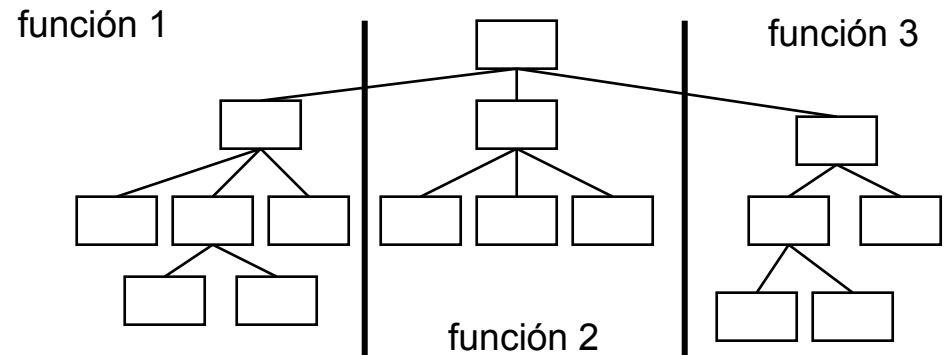
PARTICIÓN ESTRUCTURAL

➤ Descomposición *horizontal*:

- ➔ ramas separadas para cada función principal.
- ➔ Beneficios: facilidad de prueba y mejora, mantenimiento, menos efectos secundarios.
- ➔ Desventajas: mayor flujo de información y control global más complicado.

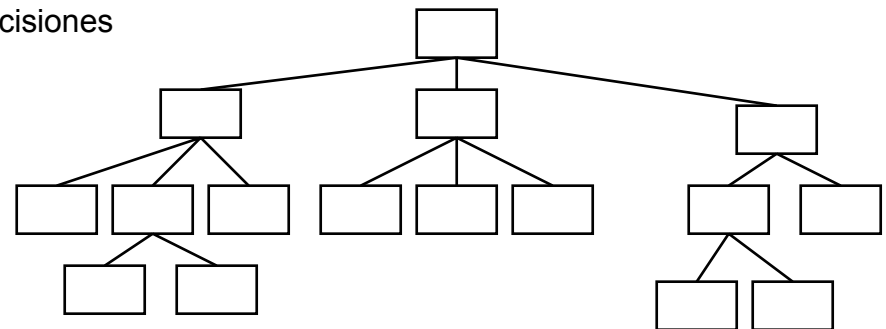
➤ Descomposición *vertical (factoring)*: control y trabajo distribuidos de manera descendiente.

- ➔ Funciones de nivel superior: control y poco procesamiento.
- ➔ Funciones de nivel inferior: operaciones (entradas, cálculos y salida)
- ➔ Mejor capacidad de mantenimiento.
- ➔ Cambios en funciones de control: más probabilidad de propagar efectos secundarios, pero son menos habituales.
- ➔ Cambios en funciones operativas: habituales, pero con poca probabilidad de propagar efectos secundarios.



descomposición horizontal

funciones de toma
de decisiones



Descomposición vertical

Conceptos del diseño estructurado

INDEPENDENCIA FUNCIONAL

- Consecuencia de la modularidad, la abstracción y la ocultación de la información
- “Funciones únicas” y poca interacción con otros
- Más fáciles de mantener y operar
- Menos efectos secundarios por modificaciones
- Reducida propagación de errores

ACOPLAMIENTO

Medida de la interdependencia relativa entre las funciones, y depende de la relación entre éstas, es decir, de la cantidad y tipo de interrelaciones que comparten.

Objetivo durante el diseño: minimizar el acoplamiento utilizando conexiones sencillas entre las funciones.

Formas de reducir el acoplamiento:

- Eliminando relaciones innecesarias
- Reduciendo las relaciones necesarias

Beneficios de un bajo acoplamiento:

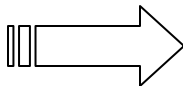
- Menor transmisión de defectos (efectos secundarios)
- Posibilidad de rediseñar una función sin incidir sobre otras

COHESIÓN

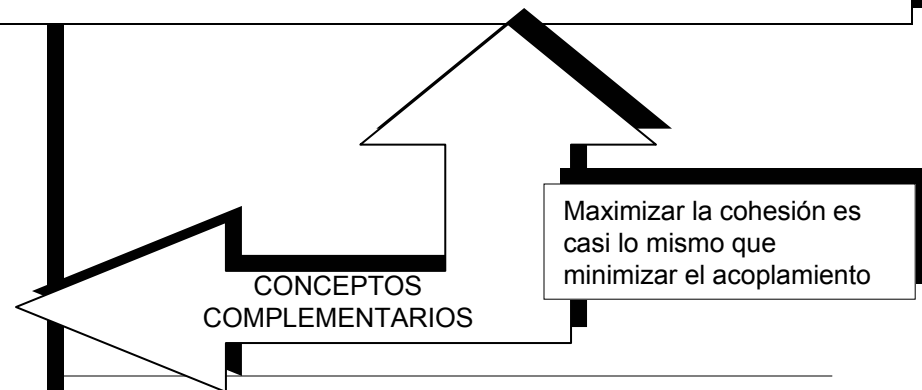
Medida del grado de “fuerza funcional” de una función: cuanto menor sea el número de tareas que realiza una función, mayor será su cohesión.

Diferentes grados de cohesión:

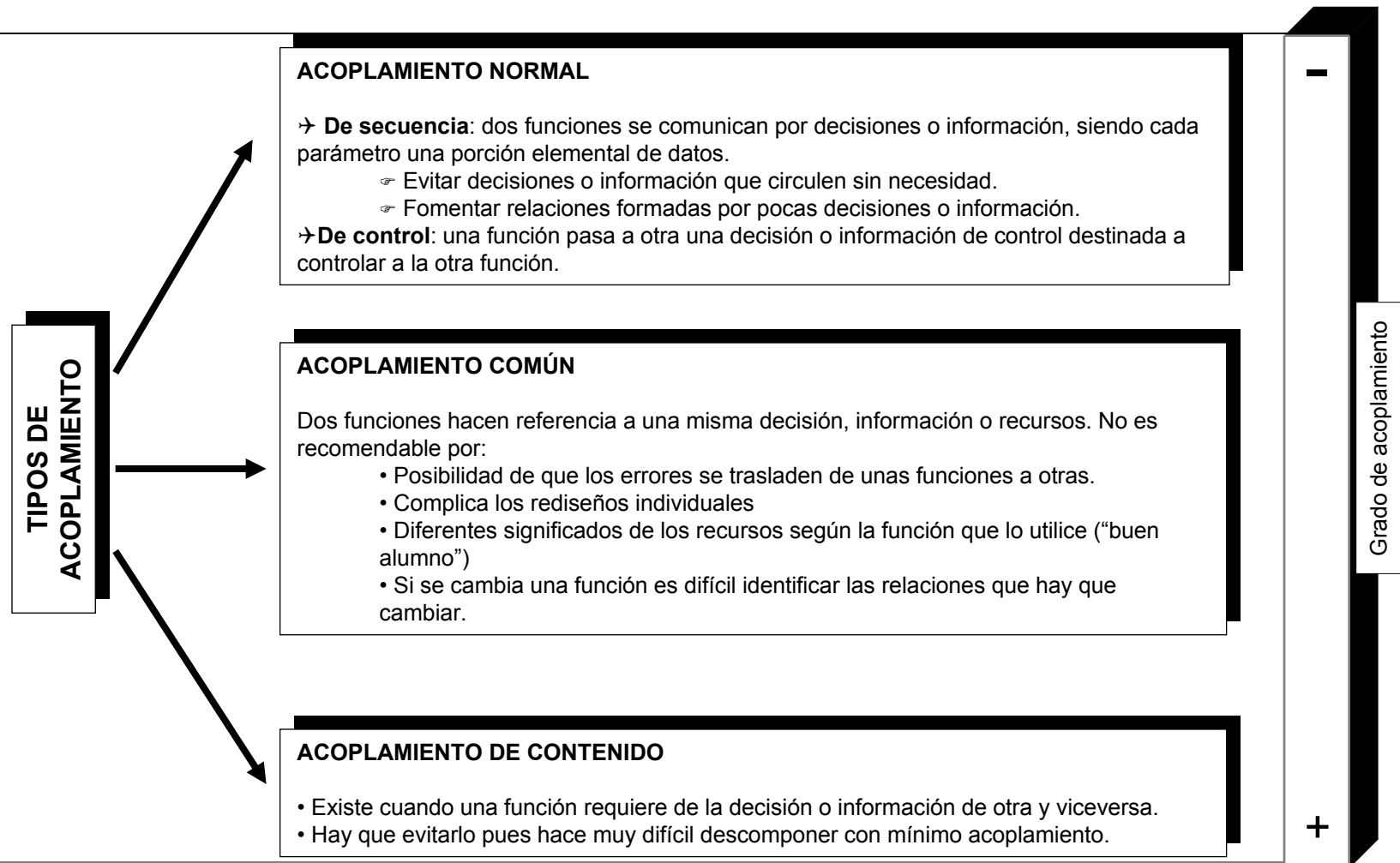
**FUNCION CON
TAREA SIMPLE**



**FUNCION CON DIVERSAS
TAREAS POCO O NADA
RELACIONADAS**



Conceptos del diseño estructurado



Conceptos del diseño estructurado

Principio asociativo: las funciones o tareas se agrupan en base a algún tipo de pertenencia entre ellos. La cohesión se aplica sobre todos los pares de tareas

Funciones o tareas

Cohesión funcional: sus elementos contribuyen a la resolución de una y sólo una tarea.

Cohesión secuencial: las salidas de una tarea sirven como entrada para la siguiente.

Cohesión comunicacional: todos sus elementos operan sobre los mismos conjuntos de entrada y/o producen los mismos datos de salida.

Cohesión procedural: las tareas efectúan diferentes (y seguramente no relacionadas) actividades y se efectúan en un orden determinado.

Cohesión temporal: sus elementos desarrollan actividades que se relacionan en el tiempo.

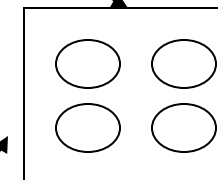
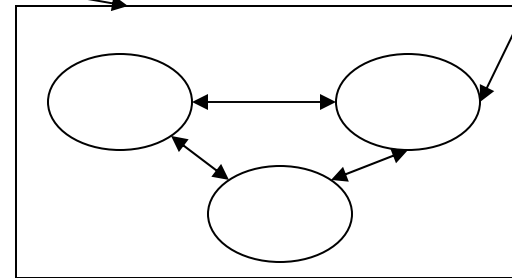
Cohesión lógica: las tareas desarrollan actividades de la misma clase, pero hay que seleccionar la/s actividades que se necesitan

Cohesión casual: las tareas no tienen relación significativa entre ellas

+

Grado de cohesión

-



Las tareas o funciones que se encuentran dentro de otra subordinada no figuran en la cohesión de ella

Diagrama de relaciones

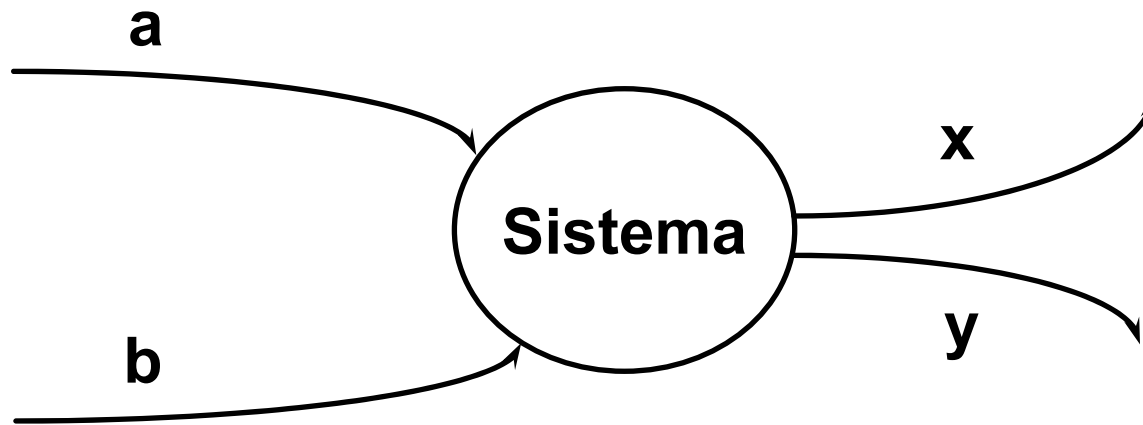


diagrama de contexto o primer nivel

Diagrama de relaciones

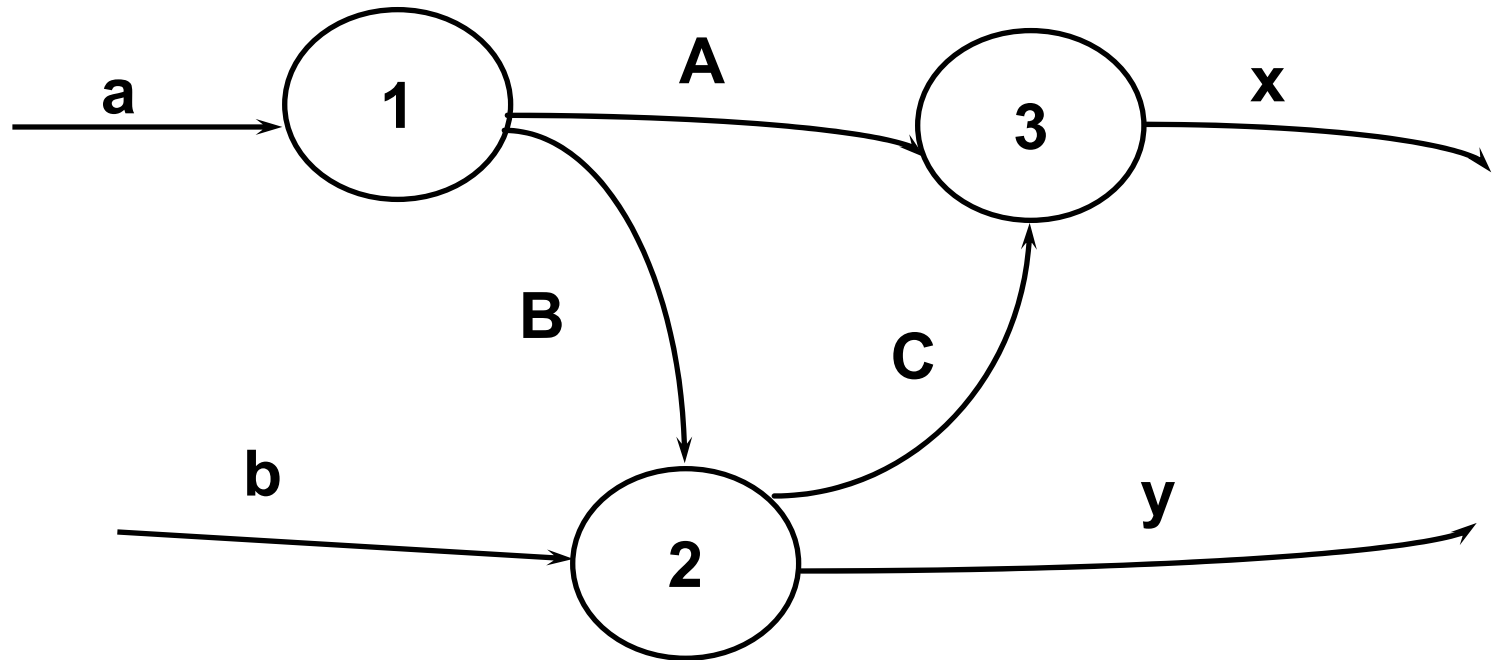


Diagrama de relaciones de segundo nivel

- Debe haber balance con el nivel anterior (a,b,x,y)
- Aparecen nuevas relaciones (A,B,C) por la descomposición

Diagrama de relaciones

- Puede hacerse para cada nivel de descomposición o de cada componente, pero se busca llegar al diagrama en que todas las componentes son las elementales
- Si entre dos componentes hay más de un acoplamiento se considera el peor
- Balance: los flujos que entran a (o salen de) una componente en el nivel superior deben entrar a (o salir de) las componentes en que aquella se descompuso
- Debe analizarse el acoplamiento entre componentes para tratar de mejorarlos
- A peor cohesión de componentes peor acoplamiento

Enfoque de diseño por descomposición

- Las estructuras (diseños) para los procesos generados por el enfoque de diseño por descomposición son arbitrarias y tienen por objetivo:
 - ◆ Diseñar el sistema por partes (descomposición).
 - ◆ Decidir cómo deberán relacionarse (acoplarse) las componentes en mejor forma, es decir, sean componentes de alta cohesión y tengan el menor acoplamiento (menos flujos externos, reemplazados por flujos internos).
 - ◆ La idea es generar alternativas de estructuras (diseños) y elegir la mejor.

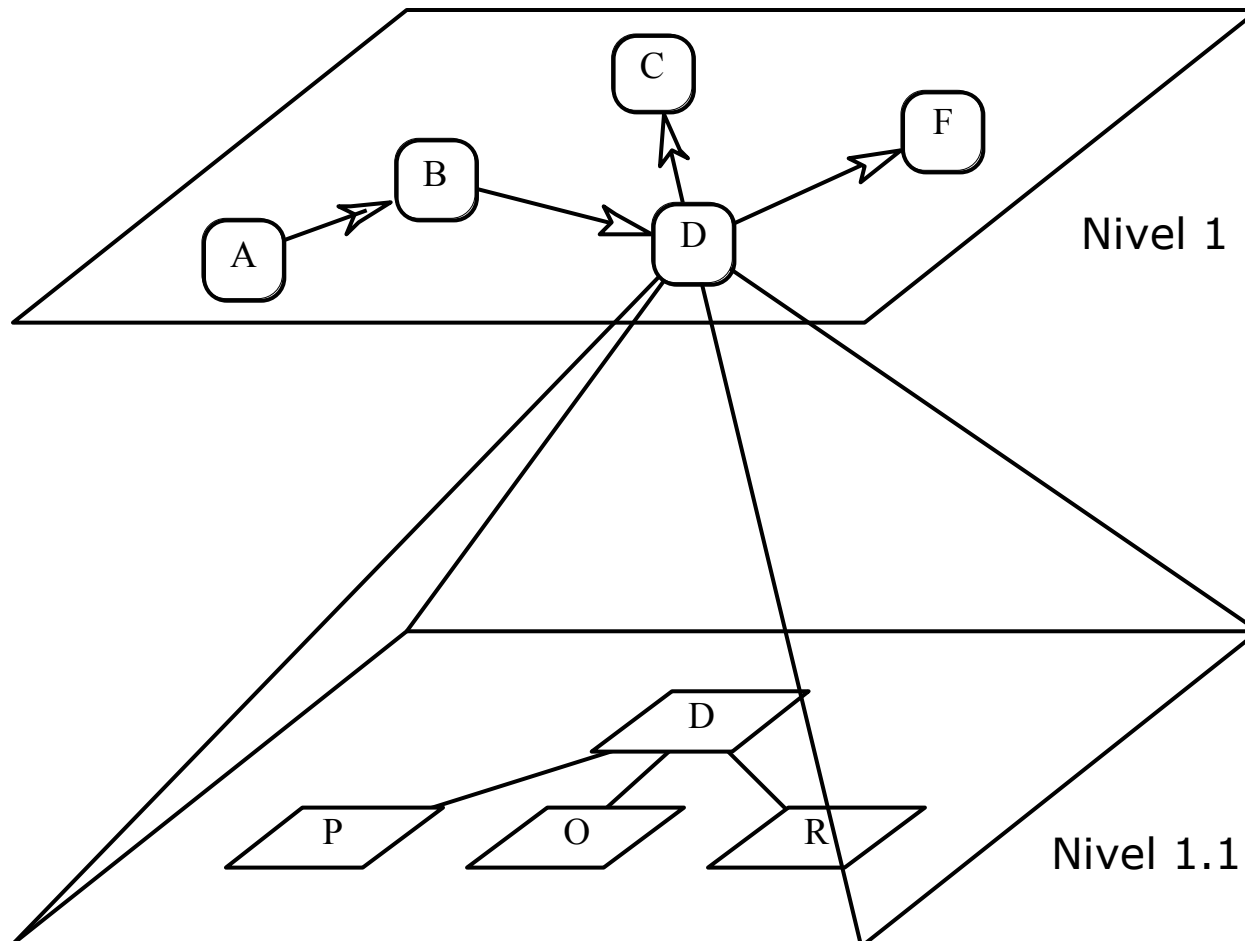
Algunos usos del enfoque

- Diseño del sistema de administración (S.A.) actual (malla de decisiones actual)
- Diseño del sistema de administración (S.A.) objeto (malla de decisiones objeto)
- Diseño del sistema de información (S.I.A.) actual
- Diseño del sistema de información (S.I.A.) objeto
- Diseño de una estructura para los procesos computacionales
- Diseño de una estructura para las alternativas de una estructura de menús de consulta

Consideraciones de un buen diseño

- Un diseño es considerado bueno si:
 - Cumple con los objetivos del sistema
 - Sus componentes están débilmente acoplados
 - Esta bien documentado y la documentación esta actualizada
 - Existe una correspondencia obvia entre los niveles del diseño (visibilidad del diseño)
 - Cada componente debe ser auto contenido (fuertemente acoplada)
 - Debe ser posible trazar las relaciones de los componentes de manera que las consecuencias en los cambios puedan ser analizadas (trazable).

Rastreo del Diseño (traceability)



En resumen

- En el enfoque de diseño por descomposición la idea es generar diseños alternativos a través de hacer cambios de los siguientes tipos en las estructuras:
 - Cambio de la definición de las componentes (subsistemas, procesos, funciones, etc.).
 - Cambio en los esquemas de almacenamiento y acceso (estructura de los datos).
 - Cambios en la distribución espacial de los procesos y datos, y su comunicación (tecnología).
- Todo lo desarrollado corresponde a una herramienta para llegar al diseño final, pero tiene valor en cuanto se requiera mantención de los diseños.