

MÉTODOS CONVENCIONALES PARA LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE

INGENIERIA DE SISTEMAS

Se dice que la ingeniería de software aparece como consecuencia de un proceso denominado ingeniería de sistemas. En lugar de centrarse únicamente en el software, la ingeniería de sistemas se centra en diversos elementos, analizando, diseñando y organizando esos elementos en un sistema que pueden ser un producto, un servicio o una tecnología para la transformación de información o control de información.

El proceso de ingeniería de sistemas es denominado ingeniería de procesos de negocio cuando el contexto del trabajo de ingeniería se enfoca a una empresa. Cuando hay que construir un producto, el proceso se denomina ingeniería de producto.

Además, antes de que el software se pueda construir, el sistema en el que residirá se debe de comprender y para lograrlo se deben de definir objetivos generales del sistema, se debe de identificar el papel del software, hardware, personas y bases de datos, procedimientos y demás elementos del sistema, además los requerimientos operacionales deben de ser identificados, analizados, especificados, modelizados, validados y gestionados; es decir, estas actividades son consideradas como base de la ingeniería de sistemas.

Por otra parte, el producto obtenido, a través de la aplicación de la ingeniería de sistemas, debe ser revisado para determinar su claridad, completitud y consistencia. Es importante que los cambios en los requisitos de un sistema sean gestionados utilizando métodos sólidos de GCS.

Tanto la ingeniería de procesos de negocio como la ingeniería de producto trabajan para asignar un papel al software de computadora y para establecer los enlaces que unen al software con otros elementos de un sistema basado en computadora.

SISTEMAS BASADOS EN COMPUTADORA

Tomando prestada la definición del diccionario Webster, definimos un sistema basado en computadora como:

Un conjunto o disposición de elementos que están organizados para realizar un objetivo predefinido procesando información.

El objetivo puede ser soportar alguna función de negocio o desarrollar un producto que pueda venderse para generar beneficios. Para conseguir el objetivo, un sistema basado en computadora hace uso de varios elementos del sistema:

- **Software.** Programas de computadora, estructuras de datos y su documentación que sirven para hacer efectivo el método lógico, procedimiento o control requerido.
- **Hardware.** Dispositivos electrónicos que proporcionan capacidad de cálculo, dispositivos de interconexión (por ejemplo, conmutadores de red, dispositivos de telecomunicación) y dispositivos electromecánicos (por ejemplo, sensores, motores, bombas) que proporcionan una función externa, del mundo real.
- **Personas.** Usuarios y operadores del hardware y software.
- **Documentación.** Manuales, formularios y otra información descriptiva que plasma el empleo y/o funcionamiento del sistema.
- **Procedimientos.** Los pasos que definen el empleo específico de cada elemento del sistema o el contexto procedimental en que reside el sistema.

La ingeniería de proceso de negocio es un acercamiento para crear un plan general para implementar la arquitectura de computación.

Una característica complicada de los sistemas basados en computadora es que los elementos que componen un sistema pueden también representar un macroelemento de un sistema aún más grande. El macroelemento es un sistema basado en computadora que es parte de un sistema más grande basado en computadora. El papel del ingeniero de sistemas es definir los

elementos de un sistema específico basado en computadora en el contexto de la jerarquía global de sistemas (macroelementos).

LA JERARQUIA DEL LA INGENIERIA DE SISTEMAS

El proceso de la ingeniería de sistemas empieza normalmente con una «visión global». Es decir, se examina el dominio entero del negocio o del producto para asegurarse de que se puede establecer el contexto de negocio o tecnológico apropiado. La visión global se refina para enfocarse totalmente en un dominio de interés específico.

Dentro de un dominio específico, se analiza la necesidad de elementos del sistema (por ejemplo, información, software, hardware, personas). Finalmente, se inicia el análisis, diseño y construcción del elemento del sistema deseado. En la parte alta de la jerarquía se establece un contexto muy amplio y en la parte baja se llevan a cabo actividades técnicas detalladas, realizadas por la disciplina de ingeniería correspondiente (por ejemplo, ingeniería hardware o software).

Modelado de sistemas. El ingeniero crea modelos

- Definan los procesos que satisfagan las necesidades de la visión en consideración.
- Representen el comportamiento de los procesos y los supuestos en los que se basa el comportamiento.
- Definan explícitamente las entradas exógenas³ y endógenas de información al modelo.
- Representen todos las uniones (incluyendo las salidas) que permitan al ingeniero entender mejor la visión.

Para construir un modelo del sistema, el ingeniero debería considerar algunas restricciones:

- Supuestos que reducen el número de permutaciones y variaciones posibles, permitiendo así al modelo reflejar el problema de manera razonable.
- Simplificaciones que permiten crear el modelo a tiempo.
- Limitaciones que ayudan a delimitar el sistema.
- Restricciones que guían la manera de crear el modelo y el enfoque que se toma al implementar el modelo.
- Preferencias que indican la arquitectura preferido para todos los datos, funciones y tecnología.

Simulación del sistema. Muchos sistemas basados en computadora interaccionan con el mundo real de forma reactiva. Es decir, los acontecimientos del mundo real son vigilados por el hardware y el software que componen el sistema, y basándose en esos sucesos, el sistema aplica su control sobre las máquinas, procesos e incluso las personas que motivan los acontecimientos. Los sistemas de tiempo real y sistemas empotrados pertenecen a menudo a la categoría de sistemas reactivos.

Muchos sistemas de la categoría de los reactivos controlan máquinas y/o procesos (por ejemplo, aerolíneas comerciales o refinerías de petróleo) que deben operar con extrema fiabilidad.

Hoy en día se utilizan herramientas software para el modelado y simulación de sistemas para ayudar a eliminar sorpresas cuando se construyen sistemas reactivos basados en computadora. Estas herramientas se aplican durante el proceso de ingeniería de sistemas, mientras se están especificando las necesidades del hardware, software, bases de datos y de personas. Las herramientas de modelado y simulación capacitan al ingeniero de sistemas para probar una especificación del sistema.

INGENIERIA DE PROCESO DE NEGOCIO: UNA VISION GENERAL

El objetivo de la **ingeniería de proceso de negocio (ZPN)** es definir arquitecturas que permitan a las empresas emplear la información eficazmente.

La ingeniería de proceso de negocio es un acercamiento para crear un plan general para implementar la arquitectura de computación.

Se deben analizar y diseñar tres arquitecturas diferentes dentro del contexto de objetivos y metas de negocio: arquitectura de datos arquitectura de aplicaciones infraestructura de la tecnología

La **arquitectura de datos proporciona** una estructura para las necesidades de información de un negocio o de una función de negocio. Los ladrillos de la arquitectura son los objetos de datos que emplea la empresa. Un objeto de datos contiene un conjunto de atributos que definen aspectos, cualidades, características o descriptor de los datos que han sido descritos. Una vez definido el conjunto de datos, se identifican sus relaciones. Una relación indica como los objetos están conectados.

La **arquitectura de aplicación** comprende aquellos elementos de un sistema que transforman objetos dentro de la arquitectura de datos por algún propósito del negocio.

La **infraestructura tecnológica** proporciona el fundamento de las arquitecturas de datos y de aplicaciones. La infraestructura comprende el hardware y el software empleados para dar soporte a las aplicaciones y datos. Esto incluye computadoras y redes de computadora, enlaces de telecomunicaciones, tecnologías de almacenamiento y la arquitectura (por ejemplo, cliente/servidor) diseñada para implementar estas tecnologías.

INGENIERIA DEL PRODUCTO: UNA VISION GENERAL

La meta de la ingeniería de producto es traducir el deseo de un cliente, de un conjunto de capacidades definidas, a un producto operativo. Para conseguir esta meta, la ingeniería de producto (como la ingeniería de proceso de negocio) debe crear una arquitectura y una infraestructura. La arquitectura comprende cuatro componentes de sistema distintos: software, hardware, datos (bases de datos) y personas. Se establece una infraestructura de soporte e incluye la tecnología requerida para unir los componentes y la información (por ejemplo, documentos, CD-ROM, vídeo) que se emplea para dar soporte a los componentes.

La visión de elemento para la ingeniería de producto es la disciplina de ingeniería aplicada a la asignación de componentes. Para la ingeniería del software, esto significa *actividades de modelado del análisis y diseño* (cubierto en detalle en posteriores capítulos) y *actividades de construcción e integración* que comprenden generación de código, pruebas y actividades de soporte.

El modelado de la fase de análisis asigna requisitos a las representaciones de datos, funciones y comportamiento. El diseño convierte el modelo de análisis en diseños de datos, arquitectónicos, de interfaz y a nivel de componentes del software.

INGENIERÍA DE REQUISITOS

La ingeniería de requisitos facilita el mecanismo apropiado para comprender lo que quiere el cliente, analizando necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requisitos para que se transformen en un sistema operacional. El proceso de ingeniería de requisitos puede ser descrito en **5** pasos distintos: Identificación de Requisitos, Análisis de Requisitos y Negociación, Especificación de Requisitos, Modelizado del Sistema, Validación de Requisitos y Gestión de Requisitos.

Identificación de requisitos. En principio, parece bastante simple -preguntar al cliente, a los usuarios y a los que están involucrados en los objetivos del sistema o producto y sean expertos, investigar cómo los sistemas o productos se ajustan a las necesidades del negocio, y finalmente, cómo el sistema o producto va a ser utilizado en el día a día-. Esto que parece simple, es muy complicado.

- *Problemas de alcance.* El límite del sistema está mal definido o los detalles técnicos innecesarios, que han sido aportados por los clientes/usuarios, pueden confundir más que clarificar los objetivos del sistema.
- *Problemas de comprensión.* Los clientes/usuarios no están completamente seguros de lo que necesitan, tienen una pobre comprensión de las capacidades y limitaciones de su

entorno de computación, no existe un total entendimiento del dominio del problema, existen dificultades para comunicar las necesidades al ingeniero del sistema, la omisión de información por considerar que es «obvia», especificación de requisitos que están en conflicto con las necesidades de otros clientes/usuarios, o especificar requisitos ambiguos o poco estables.

- *Problemas de volatilidad.* Los requisitos cambian con el tiempo.

Análisis y negociación de requisitos. Una vez recopilados los requisitos, el producto obtenido configura la base del *análisis de requisitos*. Los requisitos se agrupan por categorías y se organizan en subconjuntos, se estudia cada requisito en relación con el resto, se examinan los requisitos en su consistencia, completitud y ambigüedad, y se clasifican en base a las necesidades de los clientes/usuarios.

Al iniciarse la actividad del análisis de requisitos se plantean las siguientes cuestiones:

- Cada requisito en el entorno técnico donde se integrará el sistema o producto?, ¿Cada requisito es consistente con los objetivos generales del sistema/producto?
- ¿Tienen todos los requisitos especificados el nivel adecuado de abstracción? Es decir, ¿algunos requisitos tienen un nivel de detalle técnico inapropiado en esta etapa?
- ¿El requisito es necesario o representa una característica añadida que puede no ser esencial a la finalidad del sistema?
- ¿Cada requisito está delimitado y sin ambigüedad?
- Cada requisito tiene procedencia. Es decir, ¿existe un origen (general o específico) conocido para cada requisito?
- ¿Existen requisitos incompatibles con otros requisitos?
- ¿Es posible lograr cada requisito en el entorno técnico donde se integrará el sistema o producto?
- ¿Se puede probar el requisito una vez implementado?

Especificación de requisitos. En el contexto de un sistema basado en computadoras (y software), el término *especificación* significa distintas cosas para diferentes personas. Una especificación puede ser un documento escrito, un modelo gráfico, un modelo matemático formal, una colección de escenarios de uso, un prototipo o una combinación de lo anteriormente citado.

Algunos sugieren que debe desarrollarse una «plantilla estándar» y usarse en la especificación del sistema, argumentando que así se conseguirían requisitos que sean presentados de una forma más consistente y más comprensible.

La *Especificación del Sistema* es el producto final sobre los requisitos del sistema obtenido por el ingeniero. Sirve como fundamento para la ingeniería del hardware, ingeniería del software, la ingeniería de bases de datos y la ingeniería humana. Describe la función y características de un sistema de computación y las restricciones que gobiernan su desarrollo.

Modelado del sistema. Es importante evaluar los componentes del sistema y sus relaciones entre sí; determinar cómo están reflejados los requisitos, y valorar como se ha concebido la «estética» en el sistema.

Validación de requisitos. El resultado del trabajo realizado es una consecuencia de la ingeniería de requisitos (especificación del sistema e información relacionada) y es evaluada su calidad en la fase de validación. La *validación de requisitos* examina las especificaciones para asegurar que todos los requisitos del sistema han sido establecidos sin ambigüedad, sin inconsistencias, sin omisiones, que los errores detectados hayan sido corregidos, y que el resultado del trabajo se ajusta a los estándares establecidos para el proceso, el proyecto y el producto.

Gestión de requisitos. La *gestión de requisitos* es un conjunto de actividades que ayudan al equipo de trabajo a identificar, controlar y seguir los requisitos y los cambios en cualquier momento.

Como en la Gestión de Configuración del Software (GCS), la gestión de requisitos comienza con la actividad de identificación. A cada requisito se le asigna un Único identificador, que puede tomar la forma:

<tipo de requisito><requisito n.' >

El tipo de requisito toma alguno de los siguientes valores: *F* = requisito funcional, *D* = requisito de datos, *C* =requisito de comportamiento, *Z* = requisito de interfaz, y *S* = requisito de salida.

Una vez los requisitos han sido identificados, se desarrollarán un conjunto de matrices para su seguimiento. Entre las posibles matrices de seguimiento citamos las siguientes:

- **Matriz de seguimiento de características.** Muestra los requisitos identificados en relación a las características definidas por el cliente del sistema/producto.
- **Matriz de seguimiento de orígenes.** Identifica el origen de cada requisito.
- **Matriz de seguimiento de dependencias.** Indica cómo se relacionan los requisitos entre sí.
- **Matriz de Seguimiento de subsistemas.** Vincula los requisitos a los subsistemas que los manejan.
- **Matriz de seguimiento de interfaces.** Muestra como los requisitos están vinculados a las interfaces externas o internas del sistema.

MODELADO DEL SISTEMA

Mediante la representación de entrada, proceso, salida, tratamiento de la interfaz de usuario y de autocomprobación, un ingeniero de sistemas puede crear un modelo de componentes de sistema que establezca el fundamento para análisis de requisitos posteriores y etapas de diseño en cada una de las disciplinas de ingeniería.

Para desarrollar el modelo de sistema, se emplea un *esquema del modelado del sistema*. El ingeniero de sistemas asigna elementos a cada una de las cinco regiones de tratamiento del esquema: (1) interfaz de usuario, (2) entrada, (3) tratamiento y control del sistema, (4) salida y (5) mantenimiento y autocomprobación.

En la parte alta de la jerarquía reside *el diagrama de contexto del sistema (DCS)*. El diagrama de contexto «establece el límite de información entre el sistema que se está implementando y el entorno en que va a operar». Es decir, el DCS define todos los suministradores externos de información que emplea el sistema, todos los consumidores externos de información creados por el sistema y todas las entidades que se comunican a través de la interfaz o realizan mantenimiento y autocomprobación.

El flujo de información a través de las regiones del DCS se usa para guiar al ingeniero de sistemas en el desarrollo de DFS (un «esquema» más detallado del SCCT). El diagrama de flujo de la arquitectura muestra los subsistemas principales y el flujo de las líneas de información importantes (datos y control).

El diagrama inicial de flujo del sistema (DFS) se convierte en el nudo superior de una jerarquía de DFS. Cada rectángulo redondeado del DFS original puede expandirse en otra plantilla de arquitectura dedicada exclusivamente a ella.

Se pueden especificar (delimitar) los subsistemas y la información que fluyen entre ellos para los subsiguientes trabajos de ingeniería. Una descripción narrativa de cada subsistema y una definición de todos los datos que fluyen entre los subsistemas son elementos importantes de la *Especificación del Sistema*.

CONCLUSIONES

Se dice que antes de pensar en desarrollar un sistema de cualquier tipo debemos conocer los requerimientos del usuario(s) y de esta manera entender que es lo que se va a solucionar, como se va a solucionar y así construir uno o varios modelos del sistema tomando en cuenta las restricciones en cuanto a software, hardware en diferentes escenarios con diversas tecnologías.

Además de que al solucionar un problema con algún tipo de sistema no solo se soluciona por solucionar, ya que se deben de tomar en cuenta todas las necesidades de hardware, software, bases de datos, usuarios y así el ingeniero de sistemas pueda hacer uso de diferentes técnicas de modelado y simulación para llevar a cabo las pruebas necesarias en determinada especificación.

También, la validación de requisitos examina las especificaciones para asegurar que todos los requisitos del sistema han sido establecidos sin ambigüedad, sin inconsistencias, sin omisiones, que los errores detectados hayan sido corregidos, y que el resultado del trabajo se ajusta a los estándares establecidos para el proceso, el proyecto y el producto.