



Fases do processo de Engenharia de Sistemas

Apresentação de uma visão particular do grupo de processos de Engenharia de Sistemas para proposição de uma sistematização das etapas de atividade, com fragmentação de tarefas em pacotes com base em um modelo mais facilmente compreensível.

Prof. Roberto Miranda Gomes

Propósito

Proporcionar ao aluno uma visão sistematizada sobre o ciclo de vida da Engenharia de Sistemas, para o desenvolvimento de sua visão e seu pensamento sistêmicos, bem como para auxílio em sua tomada de decisão em projetos, principalmente, os mais complexos.

Objetivos

- Reconhecer as etapas do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas com problematização.
- Identificar analiticamente as etapas do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas.
- Identificar sinteticamente as etapas do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas.
- Reconhecer as etapas do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas com prova de conceito.

Introdução

Um sistema, da sua concepção até sua construção, passa por diversas etapas de processos, geralmente iterativos, e demanda tomadas de decisão frequentes em cada uma das etapas. Em tais processos, as ciências básicas – Matemática e outras ciências da Engenharia – são aplicadas para converter recursos de forma otimizada em prol dos objetivos estipulados.

O processo decisório na Engenharia de Sistemas não é simples, pois inclui muitos **stakeholders**, vários objetivos concorrentes, incerteza substancial e consequências significativas. Esse cenário conturbado exige um processo estruturado de gerenciamento de decisão, a fim de fornecer “uma estrutura analítica para identificar, caracterizar e avaliar objetivamente um conjunto de alternativas para uma decisão em qualquer ponto do ciclo de vida e selecionar o curso de ação mais benéfico” (ISO/IEC/IEEE 15288, 2015).

Stakeholders

São as partes interessadas – indivíduos ou organização que tem direito, ações ou interesse em um sistema, seja no sistema como um todo ou na posse das características do sistema que satisfaça suas necessidades e expectativas.

O primeiro passo é reconhecer e formular o problema, de modo que a análise, a síntese e a prova de conceito sempre estejam embasadas na identificação de um problema ou oportunidade para que uma nova solução seja projetada e construída. Para tal, a abordagem empregada é iterativa e deve passar por sucessivas etapas de refinamento com enfoque sobre a complexidade do sistema, que pode ser difícil de entender completamente.

As soluções do sistema, portanto, podem não resolver o problema integralmente na primeira abordagem, mas são úteis para a compreensão das questões envolvidas no problema, bem como para direcionar o que deve ser tentado em seguida para se encontrar a solução.

Correlação entre etapas e fase de abordagem

No vídeo a seguir, abordamos o tratamento para cada etapa do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas.



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.



A Norma ISO/IEC/IEEE 15288, ou *Systems and Software Engineering — System Life Cycle Processes*, pode ser traduzida como Engenharia de Sistemas e Software — Processos de Ciclo de Vida de Sistema. Tal norma estabelece uma estrutura de **processo** comum que descreve o **ciclo de vida** de **sistemas** desenvolvidos pelo homem, definindo um conjunto de processos e terminologia associados.

Os processos descritos nessa norma podem ser empregados na estrutura de um sistema, qualquer que seja o seu nível hierárquico.



Saiba mais

Processo: conjunto de atividades que se relacionam ou interagem, transformando entradas em saídas. Ciclo de vida: evolução de um sistema, produto, serviço, projeto ou outra entidade desenvolvida por humanos, desde a concepção até a desativação. Sistemas: combinação de elementos interativos organizados para atender a um ou mais objetivos explicitados.

Subgrupos escolhidos entre esses processos podem ser executados durante o ciclo de vida de uma solução proposta para administrar e realizar as **fases** do ciclo de vida de um sistema. É preciso, para tal, o envolvimento de todas as partes interessadas, com o objetivo de obter a satisfação do cliente para qual o sistema tenha sido desenvolvido ou da sociedade como um todo.

Fases

Período do ciclo de vida de uma entidade relacionado ao estado de sua descrição ou realização.



Saiba mais

A Norma ISO/IEC/IEEE 15288 possui uma versão brasileira editada pela ABNT, em 2015, com a mesma numeração. A versão ABNT/ISO 15288 foi cancelada, sem substituição ainda, de modo que está invalidada para aplicação em projetos (empreendimento com datas inicial e final definidas, criado para gerar um produto ou serviço de acordo com recursos e requisitos especificados). A versão ISO/IEC/IEEE da Norma 15288 será substituída pela ISO/IEC/IEEE CD 15288.2, que está sendo desenvolvida. Em 2021, a norma está na versão Committee – por isso, a sigla CD, que significa que o texto está sendo preparado.

O SEBoK – *System Engineering Book of Knowledge* – ou, em tradução livre, Corpo de Conhecimento sobre Engenharia de Sistemas, cita a Norma ISO/IEC/IEEE 15288 inúmeras vezes em suas proposições. A seguir, faremos o mesmo a fim de aproveitar os *insights* e as definições trazidas sobre o assunto em nosso conteúdo.

Fases de um processo de Engenharia de Sistemas

Diversas metodologias podem ser empregadas para gerenciar o ciclo de vida dos sistemas e apoiar as tomadas de decisões. No entanto, a quase totalidade dessas metodologias tomam a definição do problema como ponto de partida. Com base nisso, iremos descrever uma proposta de modelo para orientar as fases do processo de Engenharia de Sistemas.

Os conceitos-chave envolvidos nessa proposta encontram-se no SEBoK. Por questões didáticas, porém, apresentaremos uma visão particular criada para facilitar a compreensão de todo o processo, organizando as etapas da seguinte forma:

1. Definição do problema.
2. Elaboração de requisito.
3. Análise de viabilidade.
4. Proposição de soluções.
5. Projeto da solução escolhida.
6. Verificação da solução.

Para efeito didático, iremos propor um agrupamento das etapas por fase, conforme ênfase das atividades (conjunto de tarefas coesas de um processo). A visão proposta aqui é sedimentada na existência de 4 fases, conforme vemos na imagem a seguir.



Fases de um projeto de Engenharia de Sistemas.

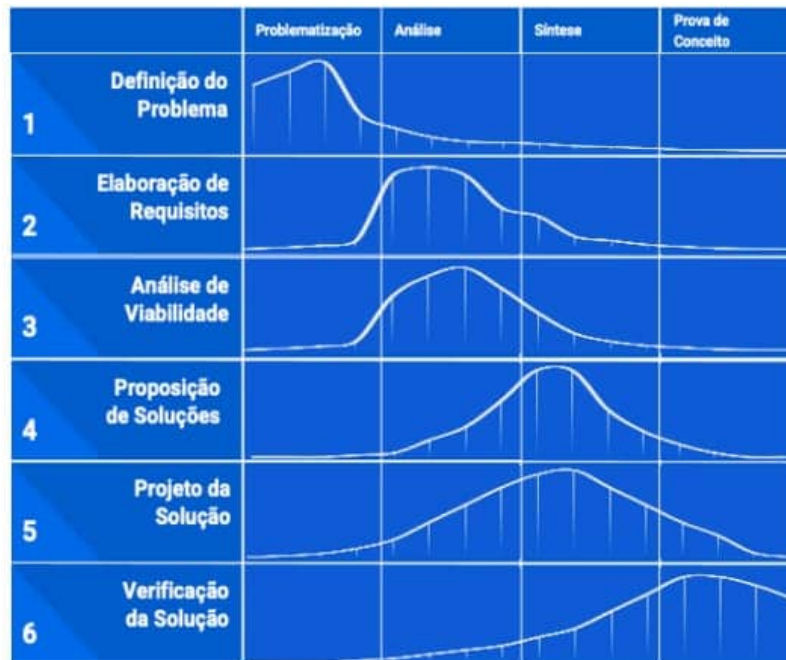
O processo de ciclo de vida de qualquer sistema deve evoluir iterativamente no sentido da construção. O caminho até lá, no entanto, tende a passar por eventuais retornos no sentido oposto, de forma que, a cada etapa, a solução torne-se mais aprimorada.



Resumindo

Em outras palavras, o processo de ciclo de vida do sistema não precisa ser perfeitamente linear do ponto de partida ao destino. Esse processo tende a passar por refinamentos sucessivos, parecendo mais um processo espiral.

Cada uma das etapas será discutida nas seções a seguir, estando organizadas em módulos correspondentes ao agrupamento dado pelas fases. Vejamos:



Relação entre a etapa e a fase, dada pela ênfase na abordagem das atividades a serem realizadas

Os gráficos da imagem anterior relacionam as etapas do processo de Engenharia de Sistemas com as fases de um projeto a partir da ênfase das atividades da etapa.

Problematização

Problematização é um termo empregado para descrever o processo de transformação de uma situação em problema. Tal processo deve considerar os elementos concretos ou existenciais dos envolvidos na situação como desafios que os convidem a transformar essas situações visando alcançar uma solução.

O conhecimento advindo da pesquisa nasce, normalmente, a partir de um conjunto de procedimentos e métodos para encontrar soluções para problemas ou para explicar algum tema. Se falarmos em termos de ciência e conhecimento científico, pode-se dizer que o **desdobramento é o descrito para a totalidade dos conhecimentos adquiridos**. Podemos afirmar, portanto, que todo conhecimento científico surge do **interesse e da curiosidade** de se investigar um tema, na tentativa de descobrir a resolução de algum problema demandado por cliente ou enfrentado pela sociedade.



Com respeito ao processo do ciclo de Vida da Engenharia de Sistemas, a problematização é o primeiro agrupamento.

Definição do problema

Como já deve ter ficado claro, para se engendrar qualquer solução, é de suma importância que se defina o problema. A definição do problema pode ser realizada de maneira sistemática.



Uma solução eficaz é aquela que atinge os objetivos demandados pelas principais partes interessadas (stakeholders). A atividade de pesquisa e análise das partes interessadas é o ponto de partida para a sistematização da etapa de definição do problema.

Quando apresentados a um novo problema, os engenheiros de sistemas devem conduzir pesquisas para compreender a natureza e o domínio das disciplinas envolvidas, bem como reunir as habilidades e as capacidades necessárias para realizar o trabalho.

Abstraindo os detalhes práticos, o modelo funciona com a identificação de uma demanda da sociedade, ou um subconjunto qualquer dela definido pelas partes interessadas, em forma de necessidade explícita ou tácita. A partir do entendimento dessa necessidade, o engenheiro levanta requisitos de mercado para estabelecer um objetivo claro a ser alcançado, baseado em metas mensuráveis e condições de contorno. O primeiro passo até que se construa a solução é a precisa **definição do problema**.

Push versus pull

O SEBok também apresenta um paradigma invertido, mas que depende inerentemente da definição do problema, conhecido como **design da solução**. O corpo de conhecimento menciona o binômio **push versus pull**, dizendo que a definição do problema e o design da solução – as duas abordagens – dependem uma da outra.

O livro estabelece que as soluções devem ser desenvolvidas para responder apropriadamente a problemas bem definidos e que as definições de problemas devem ser restritas ao que é viável no espaço de solução. A fase de análise de sistema – grupo de etapas subsequentes à definição do problema – preocupa-se em fornecer a ligação entre problemas e soluções. Dois paradigmas explicam as abordagens de empurrar (push) e puxar (pull). Observe a seguir:

Push

O paradigma push é baseado na criação de uma solução para abordar uma oportunidade percebida. De forma grosseira, podemos dizer que o paradigma push empurra uma solução nova sobre um espaço no qual não havia um problema propriamente identificado, sendo mais comum para os domínios comerciais, com observação mais voltada para evolução e melhorias.

Pull

O paradigma pull é calcado na ideia de fornecer uma solução para uma lacuna ou problema identificado. Ele puxa de um problema identificado uma solução capaz de preencher aquela lacuna, mais comumente empregado em cenários complexos, como nos setores de defesa e infraestrutura, em que tendem a ser comuns soluções tipo sistemas (não será objeto do nosso estudo).

O SEBok diz que, como os sistemas geralmente integram **elementos de sistema** existentes e novos em uma mistura de push e pull, muitas vezes, é melhor combinar as duas abordagens. Dessa forma, pode-se levar em consideração os elementos legados (mais afeito ao paradigma pull), além de identificar os serviços e recursos que devem ser fornecidos para definir os requisitos e restrições de interface aplicáveis (mais afeito ao paradigma push).

Elemento de sistema

Membro de um conjunto de elementos que constituem um sistema.

Para efeitos didáticos, dividiremos a definição do problema em duas tarefas, conforme a imagem a seguir.



Tarefas da etapa de definição do problema.

Exploração do problema

A atividade de exploração do problema deve ser orientada por uma mentalidade de não procurar o problema em si, mas de considerar toda a situação problemática. A visão sistêmica aplicada à situação problemática ajuda os interessados a entender melhor os pontos de vista uns dos outros, fornecendo um ponto de partida para intervenção direcionada no contexto do sistema atual.

Essa atividade pode seguir os princípios básicos de uma abordagem de sistemas, tais quais:

- Analisar modelos conceituais de compreensão compartilhada pelos stakeholders.
- Sintetizar estratégias de intervenção.
- Provar melhorias na situação problemática, de maneira mais adequada ao paradigma push.

Para o paradigma pull, a tendência é empregar modelos e técnicas mais apropriados para se adequar ao problema, em vez de seguir uma única metodologia demasiadamente formatada.

Essa tendência é destacada por Jackson (1985) como abordagem pick and mix. Trata-se de uma disciplina multimetodológica com base em pensamento sistêmico crítico, partindo da premissa de que o problema existe e pode ser estabelecido pela parte interessada ou subconjunto dela de maneira objetiva.

Identificação do problema

Partindo da premissa de que um sistema não pode ser projetado a menos que seja possível descrever claramente o que ele deve realizar, propomos quatro perguntas a serem feitas como auxílio na compreensão de uma situação-problema. Vejamos:

Quão difícil é o problema?

A resposta a essa pergunta ajudará a definir a tratabilidade do problema. Rittel e Webber (1973) categorizam os problemas como domesticados, regulares ou perversos.

Para problemas domesticados, a solução pode ser bem definida e óbvia. Problemas regulares são aqueles encontrados regularmente. Suas soluções podem não ser óbvias, de forma que a atenção séria deve ser dada a cada aspecto delas. Já os problemas perversos não podem ser totalmente resolvidos ou, até mesmo, totalmente definidos. Soma-se a isso o fato de que, em problemas complexos, não é possível compreender o efeito global do emprego do sistema propostos para solucionar o problema e, com alguma frequência, aparecem efeitos colaterais introduzidos pela própria solução. Em alguns casos, a solução acaba interferindo no problema de forma a estendê-lo pela criação de novos problemas.

Quem ou o que é afetado pelo problema?

Pode haver elementos da situação que estão causando o problema, elementos que são impactados pelo problema e elementos que estão apenas circundando o problema. De forma a complementar a segunda pergunta, temos a terceira, mais afeita ao contexto da situação.

Quais são os fatores externos que afetam o problema?

Ao examinar esses aspectos, as ferramentas e os métodos do pensamento sistêmico podem ser aplicados de forma produtiva. Para finalizar, devemos fazer uma última pergunta.

Quais são os vários pontos de vista do problema?

Nesse momento, devemos nos certificar de que os *stakeholders* entendam que seja realmente um problema. É possível que existam pontos de vista conflitantes e, nesse caso, todos esses pontos de vista precisam ser definidos.

Tentaremos descrever, a seguir, o papel das análises funcionais e de requisitos em um processo de decisão sistematizado. A análise de viabilidade fornece à equipe de Engenharia de Sistemas uma metodologia inicial para avaliar as soluções candidatas.

As tarefas de realizar pesquisas e conduzir análises das partes interessadas se presta a definir o problema. No entanto, etapas subsequentes, como análises funcionais e análises de requisitos, também contribuem para o refinamento e a consequente identificação exata do problema que precisa ser resolvido.

Vem que eu te explico!

Os vídeos a seguir abordam os assuntos mais relevantes do conteúdo que você acabou de estudar.

O que é problematização?



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Definição do problema



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

A problematização pode ser encarada como uma forma de criar soluções a partir da observação dos problemas existentes no mundo. No entanto, um sistema-solução pode nascer a partir de uma abordagem. Qual é o paradigma que dá suporte a essa abordagem e qual a principal qualidade a ser observada com o emprego desse paradigma?

A

Pull e oportunidade.

B

Push e oportunidade.

C

Push e restrição.

D

Pull e restrição.

E

Push e problema.



A alternativa B está correta.

O paradigma **push** é aquele no qual uma solução é criada para abordar uma oportunidade percebida.

Questão 2

Para definir se um problema é comum, empregamos duas atividades orientadoras como auxílio sistemático e procedimental à etapa de definição do problema. Quais são essas atividades?

A

Extrapolação do problema e identificação do problema.

B

Exploração do problema e visualização do problema.

C

Exploração do problema e extrapolção do problema.

D

Exploração do problema e identificação do problema.

E

Identificação do problema e visualização do problema.



A alternativa D está correta.

Na exploração do problema, levamos em conta todo o contexto da situação problemática; na identificação do problema, afinilamos o cenário observado para definir de maneira precisa o problema que se quer resolver.

Provocação para a abordagem analítica

O vídeo a seguir fala sobre a abordagem de tratamento analítico nas etapas do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas.



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

A análise pode ser encarada como um estudo detalhado sobre algo, podendo ser aplicada em diferentes áreas do conhecimento, com diferentes disciplinas da Engenharia de Sistemas, como forma de observar minuciosamente determinado tema.

Trata-se de um termo empregado para agrupar as etapas do ciclo de vida de sistemas, nas quais as atividades dão ênfase ao exame detalhado sobre os assuntos relacionados ao sistema proposto como solução para determinado problema.

É importante abordar o processo de análise com visão sistêmica, observando todos os pormenores que formam cada parte do todo, ou seja, os elementos do sistema.

Também é preciso considerar que a percepção e definição de um sistema, sua **arquitetura** e seus elementos – ou seja, uma solução para um problema em particular – dependem dos interesses e responsabilidades de determinado observador. Desse modo, o processo de análise precisa ser conduzido de modo a se respeitar os diversos pontos de vista dos envolvidos.

Arquitetura

Organização fundamental de um sistema que incorpora seus componentes e relacionamentos uns com os outros, bem como o ambiente e os princípios que orientam seu projeto e sua evolução.

Elaboração de requisitos

Projetos bem-sucedidos dependem da compreensão das necessidades das partes interessadas e, de maneira sistemática, da tradução daquelas necessidades em requisitos. A Norma ISO/IEC/IEEE 15288 destaca que:



O propósito da definição de necessidades e exigências dos stakeholders é estabelecer critérios para um sistema que possa prover as capacidades necessárias para os usuários e outros stakeholders em um ambiente definido.

(ISO/IEC/IEEE 15288, 2015)

Na etapa de definição do problema, ao identificar os *stakeholders* – que pode ser qualquer entidade (indivíduo ou organização) com um interesse legítimo no sistema –, os engenheiros levam em consideração todos aqueles que podem ser afetados ou que sejam capazes de influenciar o sistema.

Após identificar as partes interessadas, **a etapa de elaboração dos requisitos se preocupa em elicitar, negociar, documentar e manter os requisitos trazidos a partir do entendimento das necessidades dos *stakeholders* que correspondam a uma capacidade nova ou alterada ou a uma nova oportunidade**, conforme o paradigma **push** ou **pull**. Em outras palavras, podemos dizer que as necessidades são analisadas e transformadas em um conjunto de requisitos de operação, avaliando-se cada um dos efeitos da potencial solução e suas interações no ambiente operacional.

A avaliação funciona como uma espécie de **validação** (confirmação, pelo fornecimento de evidência objetiva, de que os requisitos para uma aplicação ou um uso pretendido específico foram atendidos) prévia da capacidade operacional criada pela potencial solução frente aos requisitos elaborados como referência primordial.



Os métodos tradicionais de Engenharia de Sistemas, para cumprir a **tarefa** (requisito, recomendação ou ação permitida destinada a contribuir para a realização de um ou mais resultados esperados de um processo) de elaborar os requisitos, tendem a concentrar esforços mais no detalhamento da descrição de um modelo abstrato do problema, que é então usado para desenvolver uma solução que produzirá os benefícios que as partes interessadas esperam obter.

Via de regra, a expectativa é de que uma solução seja criada, embora nem sempre seja o caso, já que um simples aperfeiçoamento pode resolver o problema em alguns casos. Jenkins (1969) indica que os métodos empregados na Engenharia de Sistemas são igualmente aplicáveis a um redesenho de sistemas existentes.



Saiba mais

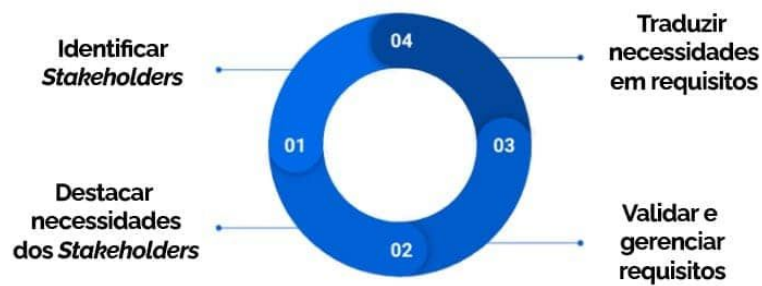
Uma compreensão clara das expectativas das partes interessadas a respeito da solução deve produzir melhor entendimento de parte do problema, contribuindo para o refinamento da etapa anterior do processo.

As partes interessadas esperam uma nova solução ou modificações em suas soluções existentes, ou estão genuinamente abertas a alternativas de solução que considerem os prós e os contras de ambas?

Essas expectativas influenciam a proposição de soluções, contribuindo com a sugestão de alternativas, que são duas etapas de atividades subsequentes.

Ciclo de tarefas da elaboração de requisitos

Podemos organizar a etapa, de forma estruturada, no seguinte grupo de tarefas, conforme indicado na imagem a seguir:



Ciclo de tarefas da etapa de elaboração de requisitos.

A seguir, vejamos como funciona cada uma das etapas apresentadas.

Identificar stakeholders

Essa atividade se inicia na definição do problema, ainda sujeita apenas a uma visão geral. Aqui, ela passa por um refinamento de maneira a formalizar o entendimento sobre o interesse e a participação dos *stakeholders*, preferencialmente documentando tudo em um **ConOps** (Conceito de Operações).

O ConOps é um documento que descreve as características de um sistema proposto pelo ponto de vista de um usuário que irá operá-lo. É uma abordagem criada e utilizada amplamente pelas forças armadas, importada pela Engenharia de Sistemas para cenários de sistemas complexos.

Destacar as necessidades dos stakeholders

O ConOps caracteriza diretamente os princípios por trás da operação, destacando as prioridades fundamentais da operação, ou seja, as necessidades mais básicas que a solução a ser desenhada deve considerar. O ConOps expõe o conjunto de cenários operacionais desejados com as capacidades associadas, os comportamentos e as respostas do sistema-solução.

Validar e gerenciar requisitos

A validação dos requisitos deve estar baseada em critérios mensuráveis de efetividade e sustentabilidade, entre outras métricas operacionais de sucesso associadas com o cumprimento da missão para qual o sistema será projetado.

Aspectos subjetivos também devem ser considerados, como a satisfação das partes envolvidas a respeito da solução. Uma vez que tais critérios não sejam alcançados, é preciso negociar modificações com os *stakeholders*, para que a solução os atenda com completude e consistência.

Traduzir necessidades em requisitos

Essa tarefa funciona como uma espécie de formalização, mas sua importância maior está na observação às restrições impostas à solução, que podem advir de diversos aspectos, como uso de sistema legado ou existência de normas e leis que limitem o contexto de atuação do sistema, por exemplo.

A tradução de necessidades em requisitos também precisa observar questões não funcionais, como desempenho do sistema, segurança, confiabilidade, manutenibilidade, usabilidades, entre outros critérios de qualidade crítica.

Uma vez estabelecidos os requisitos, eles devem ser gerenciados por meio do registro das especificações, bem como da manutenção da rastreabilidade e da correlação delas com as capacidades alcançadas na implementação, provendo uma **baseline** a ser seguida.

Baseline

Especificação ou produto de trabalho que foi formalmente revisado e acordado como base para desenvolvimento futuro. Somente pode ser alterado mediante procedimentos formais de controle de mudanças.

Análise de viabilidade



Saiba mais

Viabilidade, de acordo com o dicionário, é a qualidade ou característica daquilo que é viável. Por sua vez, viável é aquilo que pode ser feito dentro das restrições existentes e considerando os recursos disponíveis para dado contexto.

A etapa da análise de viabilidade marca a transição da ênfase dada ao projeto entre a análise e a síntese, pois já começa a criar um funil dentro das possibilidades vislumbradas, ainda que tenha a maior parte de suas tarefas baseadas em pensamento analítico. Com isso, essa etapa abre o caminho para alinhar o desenho do projeto.

Entende-se por análise de viabilidade o estudo que procura prever o eventual êxito ou fracasso de um projeto.

Esse estudo deve tomar por base dados empíricos (que possam ser contrastados) advindos dos mais diversos tipos de investigações, como inquéritos de envolvidos, estatísticas de avaliação de diferentes categorias, indicadores puxados de projetos similares ou de elementos legados etc.

Fatores envolvidos na análise de viabilidade

O conceito de viabilidade é bem compreendido na Engenharia de Sistemas, embora raramente seja definido de forma explícita. O desafio para uma definição explícita de viabilidade é que ela é altamente dependente das **necessidades das partes interessadas** e da **disponibilidade de recursos**.

Além dos recursos, há de se levar em consideração as **restrições** – fatores que, em geral, tornam um projeto viável ou inviável. Como exemplo desses fatores, podemos citar as considerações físicas ou de integração. Vejamos:

1 Consideração física

Avalia a conformidade com as leis físicas básicas. Por exemplo, um avião precisa voar e, para tal, deve considerar a relação empuxo/velocidade para conseguir flutuar no ar. Tamanho e formato das asas, potência e posicionamento das turbinas devem ser aspectos considerados e calculados segundo as leis físicas para atingir o objetivo e cumprir a missão designada.

2

Consideração de integração

É responsável pelas necessidades dos subsistemas para trabalharem juntos. Por exemplo, o avião só poderá operar sobre um navio se este for um porta-aviões, com pista de pouso de decolagem apropriada. Tais considerações de integração podem ser vistas pelo viés da restrição.

No projeto do avião, a cabine precisa ser segura e, em tese, fabricada com material de forte resistência a impactos no caso de eventual queda. Em vista disso, como empregar um material resistente o suficiente a impactos e que, ao mesmo tempo, seja suportado (considerando seu peso) pela relação empuxo/velocidade obtida com o conjunto asas/turbina?

Toda essa dinâmica precisa ser avaliada de maneira holística para a **tomada de decisão** (ações para selecionar as opções, baseadas nos benefícios para *stakeholders*, a partir dos vários requisitos e soluções alternativas) sobre a viabilidade do projeto.

Também existem fatores que podem contribuir para a viabilidade de um projeto, como a disponibilidade tecnológica dos componentes necessários ou as considerações sociais e políticas. O custo afeta a viabilidade, embora seja geralmente considerado como variável independente, devido à sua importância.

Ao projetar soluções candidatas a sistema, um engenheiro costuma conduzir uma análise de viabilidade manual. No entanto, quando precisa desenvolver um espaço comercial que examina milhares, dezenas de milhares ou mais pontos de projeto, a análise de viabilidade manual se torna insustentável. Nesse caso, deve-se desenvolver uma função que aceite parâmetros de projeto como entradas e apresente, como saída, se o sistema é ou não viável.

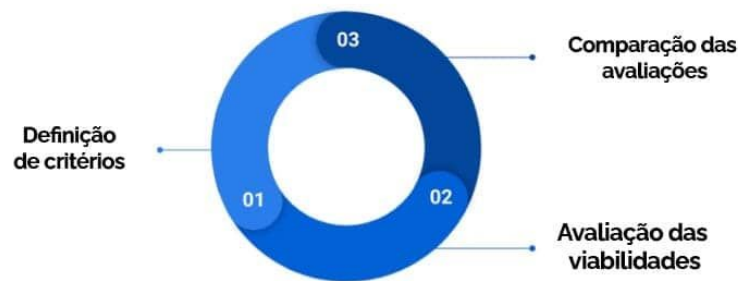


Comentário

Essa estratégia mais automatizada de análise de viabilidade pode resultar no desenvolvimento de artefatos que documentam a proposta de soluções e fornecem a base para análise e seleção entre soluções alternativas. Até mesmo o artefato, no entanto, deve ser revisto por causa da natureza dinâmica do ambiente para o qual os sistemas se prestam.

Ciclo de tarefas da análise de viabilidade

Sistematicamente e de maneira sintética, propomos as seguintes tarefas para análise de viabilidade, conforme a imagem a seguir:



Ciclo de tarefas da etapa de definição de análise de viabilidade.

Vamos compreender melhor essas tarefas a seguir:

Definição de critérios

Esta tarefa se preocupa em estabelecer medidas de avaliação baseadas nos diversos fatores citados neste tópico.

Avaliação das viabilidades

Com base nos critérios estabelecidos, são avaliadas as viabilidades de cada uma das soluções candidatas.

Comparação das avaliações

Aqui, deve-se comparar as avaliações das soluções candidatas e identificar aquelas que poderiam resolver o problema ou explorar as oportunidades, juntamente com a seleção de candidatos que deveriam ser explorados mais detalhadamente.

Supõe-se que a solução que melhor corresponda à ideal será a solução mais aceitável para as partes interessadas. Cabe destacar que a solução deve incluir um entendimento de custo, risco e eficácia.

Outro importante destaque sobre a análise de viabilidade é que ela não é, necessariamente, um processo único para seleção de solução. Em vez disso, pode ser utilizada em combinação com o entendimento do problema. Como consequência, uma nova proposição de soluções para progredir em direção a uma compreensão mais completa dos problemas e das soluções ao longo do tempo, de maneira espiral.

Estudos e classes de análise

O SEBoK faz um destaque especial a dois estudos que devem ser considerados nessa etapa.

Estudo de efetividade

Utiliza o contexto do sistema caracterizado pelo problema ou pela oportunidade como ponto de partida. Os critérios envolvidos no estudo de efetividade são derivados do propósito do sistema, a fim de permitir a realização das necessidades das partes interessadas em um ou mais contextos do sistema, tomados com a visão mais ampla possível.

Estudo de *trade-off*

É a comparação entre as alternativas de solução e consequente escolha. O SEBoK enfatiza a necessidade de aprofundamento da escolha não apenas pela valoração objetiva com base em critérios mensuráveis. O corpo de conhecimento propõe detalhamento da análise com intuito de determinar a solução que equilibra globalmente os critérios de avaliação da melhor maneira, reunindo custo (financeiro e tempo), risco e efetividade.

O SEBoK propõe as seguintes classes de análise:

- **Limites** – Identificam e delimitam os critérios a serem levados em consideração no momento da análise.
- **Escalas** – São usadas para quantificar as características, as propriedades e os critérios, bem como para fazer comparações nas mesmas bases.
- **Pontuação de avaliação (score)** – É atribuída a uma característica ou um critério para cada solução candidata. São estudadas as compensações para quantificar as três variáveis (e sua decomposição em subvariáveis) de custo, risco e eficácia para cada solução candidata.
- **Otimização** – Refere-se à otimização das características ou propriedades que melhoram a pontuação de soluções mais interessantes.



Dica

Por mais objetiva que a análise seja, é importante ter em mente que a tomada de decisão não é uma ciência exata, de forma que os estudos de trade-off têm limites que permeiam aspectos como vies pessoal dos analistas, incerteza sobre os dados e, até mesmo, sentimento e intuição. Espera-se que o peso dessas últimas não seja demasiadamente grande.

Vem que eu te explico!

Os vídeos a seguir abordam os assuntos mais relevantes do conteúdo que você acabou de estudar.

O que é análise?



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Elaboração de Requisitos e Análise de Viabilidade



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

Quais são as duas etapas do processo do ciclo de vida da Engenharia de Sistemas que possuem ênfase em pensamento analítico, considerando a abordagem dada a suas atividades?

A

Definição do problema e análise de viabilidade.

B

Definição do problema e elaboração de requisitos.

C

Elaboração de requisitos e análise de viabilidade.

D

Análise de viabilidade e proposição de soluções.

E

Elaboração de requisitos e proposição de soluções.



A alternativa C está correta.

Elaboração de requisitos e análise de viabilidade são as duas etapas com mais ênfase em atividades de análise

Questão 2

Quais são as classes de análise propostas pelo SEBoK para avaliar a viabilidade de sistemas?

A

Limites, pontuação de avaliação, interfaces e elementos.

B

Limites, escalas, pontuação de avaliação e otimização.

C

Pontuação de avaliação, escalas, interfaces e elementos.

D

Otimização, limites, interfaces e elementos.

E

Limites, escalas, interfaces e elementos.



A alternativa B está correta.

A análise de viabilidade é a etapa que funde as fases de análise e síntese dentro de um projeto de sistema-solução para um dado problema.

Provocação da fase de síntese

No vídeo a seguir, abordamos o tratamento sintético nas etapas do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas.



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Síntese

A síntese pode ser definida como método, processo ou operação que consiste em reunir elementos diferentes, concretos ou abstratos, e fundi-los em um todo coerente. Já o **INCOSE** (*International Council on Systems Engineering*), de forma mais voltada ao jargão da Engenharia de Sistemas, define a síntese como a **combinação de partes, elementos ou diversas concepções em um todo**, colocando tudo junto.

A partir da análise de viabilidade, dispomos de insumos para a mudança de abordagem analítica para sintética, já que passamos a adotar um caminho mais dirigido para a solução em vez de estudar hipóteses no espaço do problema. O pensamento sintético ganha força, de modo que passamos a exercer atividades menos abstratas e mais orientadas em direção à solução.



Proposição das soluções

Nesta etapa, é realizada uma síntese das informações para levantamento das possíveis soluções em resposta ao problema definido, montada a partir dos requisitos elaborados. As alternativas de solução criadas devem considerar as propriedades e os comportamentos expostos pelas análises prévias em observação ao contexto do problema. Além disso, deve-se considerar suas restrições e suas oportunidades, bem como a relevância no ambiente ao qual as soluções se aplicam.

A gestão de projeto também passa a ser observada na construção das proposições. Aspectos como prazo, custo e risco devem compor cada proposta, servindo como importantes insumos para as próximas análises e consequente tomada de decisão por meio de um julgamento mais embasado.

O emprego de pensamento sistêmico é extremamente importante nessa etapa, uma vez que a síntese deve equilibrar reducionismo e holismo.

Em outras palavras, é necessário dividir os elementos e as funções do sistema para criar uma descrição dele (**abordagem reducionista**), considerando o seu comportamento integral (**abordagem holística**) no contexto da solução.



Resumindo

A síntese, portanto, progride por meio de atividades que dividem, agrupam e alocam elementos (reducionismo) e, em seguida, avaliam as propriedades do sistema completo (holismo) no contexto de relevância para as necessidades dos stakeholders.

Tarefas da etapa de proposição das soluções

As tarefas podem ser agrupadas da seguinte maneira, conforme mostra a imagem a seguir:



Tarefas da etapa de proposição das soluções.

A seguir, vamos estudar cada uma dessas tarefas.

Identificação de limites, funções e elementos

Inicia-se com o estabelecimento de uma fronteira que determina a interação do sistema com seu ambiente e com outros sistemas. Em seguida, observam-se as funções a serem desempenhadas pelo sistema dentro da fronteira estabelecida, de forma a ser possível descrever sistemas compatíveis com determinadas funções.

Diferentemente do comportamento, a função descreve para que o sistema possa ser usado ou é solicitado a fazer em um contexto mais amplo.

Finalmente, com o emprego do pensamento sistêmico, identificam-se os elementos. Os elementos típicos de um contexto de sistema a ser projetado podem ser:

Elementos físicos

Os elementos físicos podem ser hardware, software ou humanos.

Elementos conceituais

Os elementos conceituais podem ser ideias, planos, conceitos ou hipóteses.

Processos

Os processos podem ser mentais, mento-motores – como escrever, desenhar etc. –, mecânicos, eletrônicos, entre outros.

Divisão, agrupamento e identificação das interações entre os elementos

O pensamento sistêmico é importante, pois a síntese do sistema pode exigir que os elementos sejam divididos em elementos menores. Tal divisão ajuda a criar novas visões que contribuam para a construção de alternativas que irão compor a proposição de soluções. Os elementos menores podem ser agrupados, ampliando o espaço de soluções com opções não enxergadas inicialmente.

São as visões segmentadas que compõem a arquitetura do sistema-solução, representando o sistema por diferentes perspectivas.

Esse formato oferece facilidades aos engenheiros ao quebrar a complexidade do sistema em camadas hierarquizadas de mais simples compreensão pelas partes envolvidas. Nesse momento, destacam-se os subsistemas essenciais para a definição do sistema-solução, muitas vezes, visualizados por aqueles que fazem parte de todas as alternativas.

A divisão e o agrupamento dos elementos, organizados de diferentes formas de acordo com cada alternativa de solução, expõem as interações e, conseqüentemente, criam insumos para o estabelecimento de interfaces. Tais interfaces, por sua vez, deverão ser consideradas nas etapas vinculadas mais formalmente ao projeto da solução.



Saiba mais

As interfaces também devem levar em conta possíveis interações com sistemas externos, ou seja, sistemas que apareceram fora das fronteiras estabelecidas para sistema-solução.

Projeto da solução escolhida

A Norma ISO/IEC/IEEE 15288, a respeito da etapa de projeto, estabelece que:



O propósito do processo de definição do projeto é prover dados e informações sobre o sistema e seus elementos detalhados o suficiente para permitir implementação consistente com os entes mapeados na arquitetura do sistema, conforme definidos nos modelos e visões dela.

(ISO/IEC/IEEE 15288, 2015)



A arquitetura do sistema lida com princípios, conceitos e características de alto nível representados por pontos de vista gerais ou modelos que não primam pelo excesso de detalhes, preocupando-se essencialmente com uma visão mais geral capaz de quebrar a complexidade do sistema.

O projeto do sistema complementa a arquitetura do sistema, fornecendo informações úteis e necessárias com detalhamento suficiente para permitir a transição para a implementação dos elementos do sistema.

De acordo com o SEBoK, **projetar um sistema é o processo de desenvolver, expressar, documentar e comunicar a realização da arquitetura do sistema por meio de um**

conjunto completo de características de desenho descritas em uma forma adequada para implementação. O projeto diz respeito a cada elemento do sistema, por exemplo, composto de tecnologias de implementação – como mecânica, eletrônica, software, química, operações humanas e serviços. Para cada elemento do sistema, são necessários processos de engenharia específicos.

O projeto inclui desenhos que apresentam dimensões, formatos, materiais, estruturas etc. – todos construídos segundo padrões formais estabelecidos.

Ciclo de tarefas da etapa de projeto da solução

De forma estruturada, temos a seguinte organização das tarefas associadas à etapa de projeto da solução:

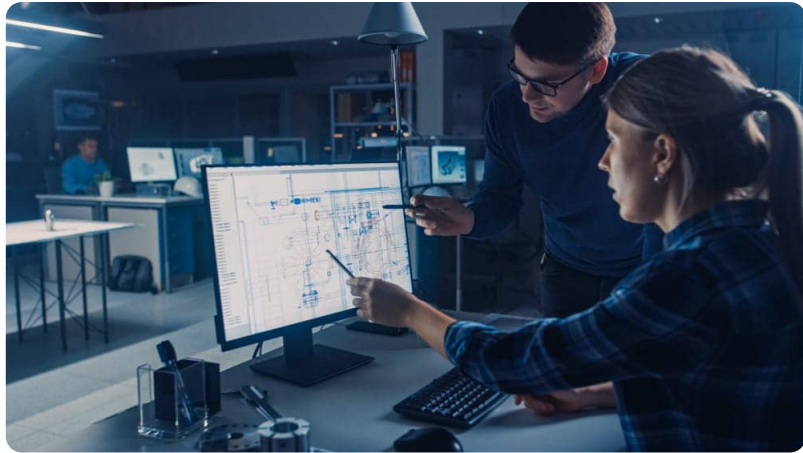
Preparação do projeto

Trata-se da tarefa na qual **os planos são redigidos com enfoque nos planejamentos de estratégia e gestão.** Nesta tarefa, são definidos os **facilitadores de desenho**, que são os artefatos a serem empregados para apresentar o projeto em bases mais inteligíveis a não especialistas.

A Engenharia costuma contar com **diagramas metodológicos** voltados para especificação de elementos do sistema, e eles devem ser considerados como escolha entre os artefatos utilizados como ferramental.

É importante considerar, nos planejamentos, todas as tecnologias envolvidas para se alcançar os objetivos pretendidos e elencados nas etapas anteriores. Além disso, é preciso gerir a obsolescência das tecnologias relacionadas ao projeto, de forma a antecipar e mitigar possíveis impactos desse envelhecimento.

De forma resumida, a preparação toma como ponto de partida a declaração da missão a ser cumprida e planeja os pacotes de tarefa principais com os respectivos objetivos para cada um, incluindo a alocação de recursos humanos e materiais, planejamento de custo, prazo etc.



Desenho dos elementos

É a tarefa destinada a definir as partes componentes da solução em termos de elementos de hardware e software que, conjuntamente, compõem o sistema. Aqui, são desenhadas as fronteiras do sistema, a integração entre os elementos e a interface de interoperabilidade.

O conceito de **interoperabilidade** pode ser entendido como o poder dos componentes de um sistema – desenvolvidos com ferramentas diferentes e por fornecedores diferentes – em **atuar em conjunto por meio de alguma forma de comunicação**.

É importante **empregar os facilitadores de desenho planejados na preparação**, ou seja, modelos de confecção de diagramas previstos nos planos, de forma que possam, por meio de refinamento e renegociação com as partes envolvidas, reavaliar o planejado e realizar mudanças objetivando o aumento de compreensão, objetivando entendimento comum com os stakeholders.



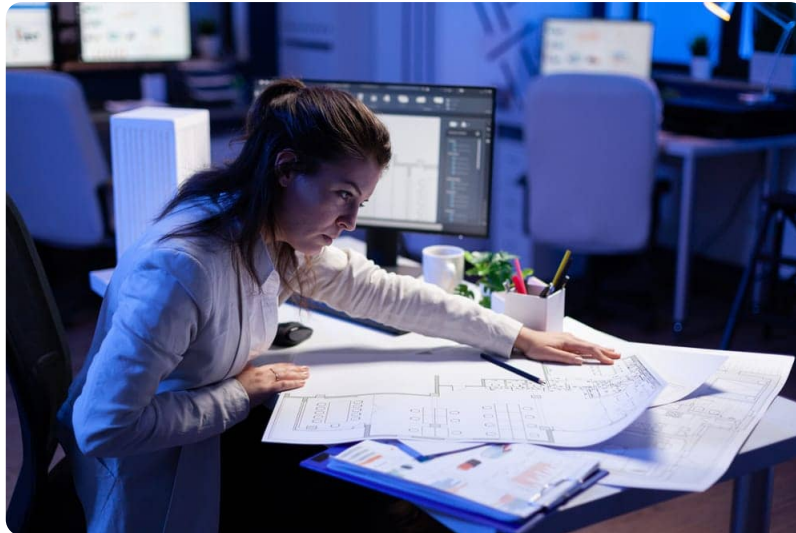
Esta tarefa deve ter como saída mínima um desenho da arquitetura do sistema (refinada a partir da primeira versão desenhada na etapa anterior), de modo que seja possível verificar, por meios das características dos componentes, se o sistema é implementável. No entanto, idealmente, deve-se desenhar detalhes que extrapolem apenas a visão arquitetural, oferecendo mais subsídios para a implementação.

Se as características dos componentes desenhados não forem viáveis por motivos não enxergados na análise de viabilidade, torna-se necessário **avaliar outras alternativas** de desenho e opção de implementação. É preciso negociar com as partes envolvidas outras definições de elementos do sistema. É importante **refinar as interfaces** conforme os detalhes do projeto evoluam, incluindo as interfaces internas entre os elementos do sistema e as interfaces externas com outros sistemas.

Garantia de rastreabilidade

Esta tarefa funciona como uma espécie de validação. Aqui, é verificado se todos os requisitos foram cobertos no desenho do projeto sem que nenhuma demanda fique de fora. Valida também se cada elemento do sistema realmente contempla, no mínimo, um requisito funcional ou suporta mais de uma função.

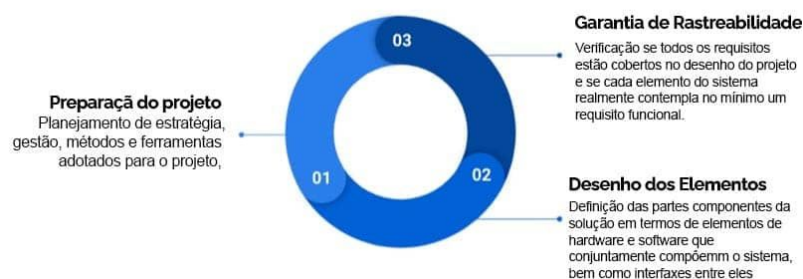
Caso alguma função levantada e acordada durante a elaboração dos requisitos tenha ficado de fora, o desenho deve ser refeito considerando essa situação. Com isso, o procedimento de rastreamento de requisitos deve ser novamente realizado até que todas as funções estejam cobertas.



Considerações a respeito do ciclo de tarefas

Conforme apresentado na imagem a seguir, o ciclo de tarefas da etapa de projeto da solução escolhida permite reconsiderar como o sistema irá executar a missão e isso ajuda a otimizar o desenho do projeto. O ciclo também deve considerar as alternativas para se obter cada um dos elementos da arquitetura, seja a forma de obtenção advinda de aquisição, seja o aproveitamento de algo já existente ou o desenvolvimento de algo inteiramente novo.

Os produtos de saída dessa etapa, ou seja, o desenho final, toda a lógica de seleção entre alternativas, alterações e decisões sobre o desenho devem ser registradas de maneira a garantir a rastreabilidade não apenas dos requisitos que levaram ao desenho final, mas também de todo o processo envolvido que culminou nessa conclusão.



Ciclo de tarefas da etapa de projeto da solução escolhida.

Finalizadas todas as propostas viáveis, decidimos a respeito daquela que será considerada e submetida a teste. A partir desse ponto, ingressamos em uma fase de enfoque mais voltado para a prova de conceito, na qual são concretizados e materializados os conceitos teóricos e hipotéticos a fim de submetê-los a testes práticos

Vem que eu te explico!

Os vídeos a seguir abordam os assuntos mais relevantes do conteúdo que você acabou de estudar.

O que é síntese?



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Proposição de Soluções e Projeto da Solução



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

Com base nas afirmativas a seguir, assinale a alternativa correta sobre a fase de síntese.

- I. Na proposição das soluções, é importante considerar aspectos de gestão de projetos como custo, prazo e risco.
- II. O desenho dos elementos visa definir as partes que compõem o sistema-solução de dado problema.
- III. Na preparação do projeto, devem ser consideradas todas as tecnologias envolvidas para se alcançar os objetivos pretendidos pelo sistema.
- IV. Nem todos os requisitos precisam estar cobertos nos elementos que compõem o sistema, apresentados no desenho do projeto.

A

Apenas a IV está correta.

B

Apenas a I está corretas.

C

Apenas a II está correta.

D

Apenas a I e II estão corretas.

E

Apenas a I, II e III estão corretas.



A alternativa E está correta.

Os aspectos de gestão de projeto devem ser considerados durante a fase de síntese, bem como todas as tecnologias envolvidas e a preocupação com sua obsolescência. O desenho do projeto deve contemplar as partes do sistema proposto para solução do problema, e todos os requisitos levantados na fase de análise precisam estar contemplados neste desenho.

Questão 2

Quais são as duas etapas do processo do ciclo de vida da Engenharia de Sistemas relacionadas com a fase de síntese do projeto?

A

Definição do problema e validação da solução.

B

Proposição das soluções e projeto da solução escolhida.

C

Elaboração de requisitos e análise de viabilidade.

D

Proposição de soluções e verificação da solução.

E

Projeto da solução escolhida e verificação da solução.



A alternativa B está correta.

Durante a síntese do projeto, os engenheiros de sistemas devem propor soluções e prosseguir com o desenho da solução escolhida.

Prova de Conceito

No vídeo a seguir, falamos sobre a abordagem de tratamento voltada para prova de conceito nas etapas do ciclo de vida de Engenharia de Sistemas.



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

No contexto da Engenharia de Sistemas, uma prova de conceito (POC) é um experimento que visa mostrar que uma solução – programa, produto ou, genericamente, um sistema – pode ser implantada com sucesso no mundo real. As provas de conceito são uma parte crítica do desenvolvimento de sistemas.

Projetos bem-sucedidos tendem a considerar que nenhum produto final deve ser produzido imediatamente, até que o próprio conceito da solução seja testado e validado por meio de um protótipo ou simulação.



Atenção

Uma prova de conceito é um projeto de demonstração avançado que reflete um cenário do mundo real. Como desenvolver produtos a partir de tecnologias emergentes pode ser muito arriscado ou problemático, as provas de conceito são frequentemente usadas para provar que uma nova tecnologia, um serviço ou uma ideia é viável para o mercado.

Verificação da solução

Esta etapa marca a transição para a fase de desenvolvimento da solução após a especificação e o desenho. O objetivo aqui é transformar a documentação de Engenharia – esquemas, desenhos, código-fonte e outras informações de projeto – em um protótipo funcional que demonstre a solução para o problema de forma claramente tangível ou não. A solução pode ser um protótipo (mais tangível) ou uma simulação (mais intangível).

Assim como a maioria das outras etapas, essa também é iterativa. A motivação para isso é o fato de que nem sempre o efeito esperado da solução é alcançado logo no primeiro desenvolvimento. Também existe um ciclo que considera o retorno para a etapa anterior, iterando de volta até o protótipo:

- **Desenho** – É a arquitetura em si.
- **Protótipo-teste** – Pode ser um produto inacabado, mas capaz de testar o conceito da solução aplicada ao problema a ser solucionado.

- **Depuração** – É o processo de avaliação dos testes realizados sobre o protótipo-teste.
- **Redesenho** – É o retorno à arquitetura para melhorias no desenho original.

Embora o teste e a depuração sejam frequentemente considerados fases separadas, na maioria das vezes e diríamos até idealmente, devem ocorrer idas e voltas entre eles e o desenvolvimento do protótipo, à medida que o desenho se transforma de um conceito em um artefato.



Atenção

Vale destacar a necessidade de uma revisão final do desenvolvimento para que, por meio de um teste derradeiro, possa-se confirmar que o resultado obtido atende às necessidades e às expectativas das partes envolvidas.

Teste

O teste é a fase de verificação e em que se verifica que o conceito atende às especificações de projeto e aos requisitos dos *stakeholders* demandantes da solução. O teste é realizado por meio de experimentos de verificação por algum método de coleta de dados e informações, em que a dissimilaridade e a diferença são avaliadas em relação ao projetado e comparadas ao estado desejado para a solução.

O objetivo de um experimento é determinar se os resultados do teste concordam ou conflitam com o comportamento estabelecido a priori nas especificações.

É necessário para gerar resultados aceitáveis e reduzir qualquer risco de algum comportamento indesejado um número suficiente de verificações e validações de testes bem-sucedidos. Se as observações e os resultados do teste não apresentarem conformidade, um processo de depuração é necessário para identificar as causas-raiz. Com isso, inicia-se uma ação corretiva para resolver as discrepâncias.

Simulação

A simulação, em muitos casos, pode ser encarada como uma alternativa à prototipação, sobretudo quando o custo do protótipo se torna vultoso. Em tese, é possível simular qualquer comportamento por meio de modelos. Ainda que a simulação não represente visualmente o produto final, uma modelagem bem-feita será útil para obter resultados que irão compor o ciclo já mencionado, agregando valor aos testes e contribuindo para a depuração da solução.

No ramo da simulação, os modelos podem ser categorizados em diversos tipos de categoria, entre os quais se destacam:

Modelos icônicos

Baseados em imagens, fotografias, pinturas, mockup.

Modelos simbólicos

Utilizam símbolos para descrever o mundo real.

Modelos analógicos

Utilizam analogias para representar o mundo físico.

Modelos matemáticos

Empregam a lógica e os relacionamentos quantitativos.

Os **modelos matemáticos** são muito utilizados em sistemas complexos e incluem modelos analíticos, que lidam com grandezas precisas, e simulacionais, que tratam problemas complexos que envolvem incertezas, usufruindo de campos da matemática que lidam com elas. Por sua vez, os **modelos simulacionais** podem ser determinísticos, quando a saída é totalmente especificada pelas entradas do modelo, ou estocásticos, quando existe aleatoriedade.

Protótipos

O SEBoK categoriza os protótipos em três diferentes grupos:

Protótipo de hardware

Modelo de demonstração de prontidão de produção em conformidade com as especificações, desenvolvido sob supervisão de engenharia que representa o que a manufatura deve replicar. Toda a engenharia de projeto e de produção deve ser concluída, e a montagem deve estar sob controle de configuração.

Protótipo rápido de software

Termo atualmente com vários significados. Geralmente, um protótipo rápido é um modelo de demonstração de requisitos de software que fornece uma representação simulada da funcionalidade do software e da interface do operador. O modelo facilita o acordo (reconhecimento mútuo de termos e condições sob as quais um relacionamento de trabalho é conduzido) inicial entre comprador e desenvolvedor sobre a abordagem do projeto. Um protótipo rápido de software também pode ser um modelo de demonstração técnica. Exceto com os protótipos evolucionários, o código é geralmente descartado quando o modelo cumpre seu propósito. Essa categoria também pode ser enquadrada em simulação, inclusive como *mock up*, quando o software quer demonstrar apenas a navegação, por exemplo, sem oferecer qualquer funcionalidade adicional.

Protótipo de software

É construído para investigar uma situação ou para avaliar uma abordagem proposta para resolver um problema técnico. Ao construir um protótipo, mantemos o conhecimento que adquirimos, mas não usamos o código na versão de entrega do sistema, salvo se for um protótipo evolucionário.

Uma vez que a solução prototipada passe por todos os testes e alcance o status de verificada, pode ser colocada em produção, para ser lançada no mercado, ou em uso, para cumprimento da missão para a qual foi concebida e desenvolvida.

Vem que eu te explico!

Os vídeos a seguir abordam os assuntos mais relevantes do conteúdo que você acabou de estudar.

Prova de conceito



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificação da solução



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

Quais são as duas formas de validar um sistema projetado?

A

Modelagem e análise de viabilidade.

B

Modelagem e simulação.

C

Prototipação e simulação.

D

Preparação do projeto e prototipação.

E

Desenho do sistema e prototipação.



A alternativa C está correta.

Existem, basicamente, duas maneiras de se validar o desenho de um sistema: pela implementação de um protótipo ou pela simulação da operação do sistema projetado.

Questão 2

De acordo com o SEBoK, quais são os três tipos de protótipo existentes?

A

Protótipo de software, protótipo de hardware e protótipo mecânico.

B

Protótipo de software, protótipo rápido de software protótipo de hardware.

C

Protótipo elétrico, protótipo mecânico e protótipo mecatrônico.

D

Robôs, *mock-ups* e modelos computadorizados.

E

Protótipo robótico, protótipo eletrônico e protótipo computadorizado.



A alternativa B está correta.

Os três tipos de protótipo existentes são: o protótipo de software, usado para investigar uma situação específica; o protótipo rápido de software, usado para demonstrar os requisitos de software; o protótipo de hardware, usado para demonstrar a conformidade do sistema com as especificações.

Considerações finais

Neste conteúdo, você foi apresentado a uma visão de ciclo de vida de Engenharia de Sistemas. A partir dessa visão, você deve ser capaz de compreender, por meio de um processo metodológico, as atividades associadas ao desenvolvimento de um sistema-solução, desde o entendimento do problema a ser resolvido com a concepção do sistema até a implantação do sistema e sua colocação em operação ou lançamento do produto, no caso de ser um sistema voltado a atender uma oportunidade de mercado.

O processo inicia-se com uma fase voltada para a problematização, na qual devemos definir o problema. Para tal, devemos realizar atividades exploratórias sobre o contexto, de forma a examinar o espaço do problema.

Uma vez definido o problema, elaboramos os requisitos. Nessa etapa, devemos identificar todas as partes envolvidas (*stakeholders*) e considerar suas demandas, de forma a traduzi-las em requisitos – uma especificação formalizada. Devemos considerar restrições e oportunidades não observadas pelas partes envolvidas, a partir da descrição abstrata do problema definido na etapa anterior. Ao final, devemos validar tudo com os *stakeholders*.

Com os requisitos especificados, devemos analisar a viabilidade das soluções candidatas. Para isso, definimos critérios de avaliação, avaliamos as viabilidades em si, com base nos critérios definidos, e as comparamos a fim de eliminarmos as soluções não viáveis frente às melhores opções disponíveis.

Finalizada a ênfase analítica, entramos na fase de utilizar mentalidade de síntese para dar prosseguimento ao projeto. Nesse ponto, começamos a criar as propostas de soluções, de forma que devemos considerar as propriedades e os comportamentos obtidos na fase de análises. Além disso, devemos observar o contexto do problema, sopesando as restrições e as oportunidades, bem como outros aspectos mais subjetivos que dependam de quão relevante a solução se pareça aos olhos dos *stakeholders*.

Com a solução selecionada, sintetizamos todas as informações úteis para implementação em desenhos com linguagem formal e técnica dos elementos projetados. Também projetamos suas comunicações com sistemas externos (fora da fronteira definida em sua arquitetura) e as intercomunicações entre os componentes do sistema.

Uma vez que os desenhos estejam prontos no nível de detalhamento compatível com a implementação, conduzimos uma validação da solução para termos uma prova de conceito. Para alcançar uma validação bem-sucedida, devemos montar, pelo menos, um protótipo da solução ou criar simulações capazes de atestar a eficácia dos modelos utilizados.

Tão logo o protótipo ou o simulador tenha passado pela prova de conceito, o sistema pode ser construído e implantado, ou o produto pode ser lançado, caso o projeto esteja vinculado à observância de uma oportunidade de mercado.

Podcast

Ouça, no podcast a seguir, uma recapitulação dos principais conceitos abordados durante nosso estudo.



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para ouvir o áudio.

Explore +

Para saber mais sobre os assuntos explorados neste conteúdo, leia os livros disponíveis na internet de Jeffrey O. Graddy:

- *System Requirements Analysis*
- *System Synthesis: Product and Process Design*
- *System Validation and Verification*

Referências

ISO/IEC/IEEE 15288. **System and software engineering** – System life cycle process. IEEE, 2015.

JACKSON, M. **Social systems theory and practice**: The need for a critical approach. International Journal of General Systems, 1985.

JENKINS, G. M. **The systems approach**. Journal of Systems Engineering, 1969.

PARNELL, G. S.; DRISCOLL, P. J.; HENDERSON, D. L. **Decision making in systems engineering and management**. Second Edition, EUA: Willey, 2010.

RITTEL, H.; WEBBER, M. **Dilemmas in a general theory of planning**. Policy Sci 4, 1973.

SEBOK. **System Engineering Handbook**: a guide for system cycle processes and activities. Fourth Edition. San Diego: Willey, 2015.