



Curso de Engenharia de Sistemas e Informática - 3º Ano  
Engenharia de Software

**Ficha T. Prática nº 3**

**Objectivo:**

Processo de Produção de Software: Metodologias e sua adaptação a casos de estudo.

**Caso de Estudo - Central de Comutação Telefónica**

Uma companhia desenvolveu uma das primeiras centrais de comutação digitais do mundo, tendo já vendido muitos sistemas que utilizavam os comutadores. O sucesso inicial levou a uma procura de melhores características e de centrais de comutação mais poderosas. A empresa está pronta a investir numa nova versão para satisfazer essa procura.

Os sistemas de comutação contam-se entre os sistemas de software em tempo real embebidos mais complexos e apresentam muitos desafios à engenharia de software. As suas principais características são as seguintes:

- Especificações funcionais complexas.
- Há uma necessidade de interligação a um grande sistema de entrada-saída com dezenas de milhares de linhas e de processar milhares de chamadas em paralelo, com tempos de resposta abaixo de 1 segundo.
- Devem proporcionar um serviço ininterrupto apesar da ocorrência e presença de falhas de hardware e software intermitentes ou permanentes.
- Há uma necessidade de possibilitar uma variedade de instâncias do sistema, com variações individuais.
- Há a necessidade de suportar modificações on-line e melhoramentos por um período de 20 ou mais anos.

**O sistema existente**

O sistema existente tinha sido primariamente uma criação de um único engenheiro. Tinha sido escrito em assembler do Intel 8080. O engenheiro estava muito familiarizado com sistemas de comutação e, quando os microprocessadores foram introduzidos, reconheceu logo o seu potencial para as centrais telefónicas. Durante vários meses, esse engenheiro programou as principais partes do sistema para demonstrar a exequibilidade da sua abordagem. Nessa altura, dois novos engenheiros juntaram-se-lhe para completar e limar o sistema.

Quando da sua primeira instalação, o sistema consistia aproximadamente de 50,000 linhas de código assembler. Na altura em que se pensa em conceber e desenvolver uma nova versão, o sistema está a ser mantido por um grupo de aproximadamente 30 engenheiros de software. Os três engenheiros originais ainda estão na empresa e constituem as principais fontes de informação acerca da concepção do sistema.

## Sistemas de comutação em geral

Um sistema de comutação telefónico é responsável pelo estabelecimento e manutenção de ligações entre linhas de telefone. Há várias classes de sistemas. O sistema que estamos a discutir é um “switch” de subscritores. Um switch desse tipo é instalado numa comunidade e é responsável por ligações de e para os telefones da dessa comunidade de utilizadores. Se uma chamada for feita da comunidade para um número de telefone de outra comunidade que não seja servida pelo mesmo comutador, este contacta um comutador de mais alto nível que é responsável pela conexão de switches de subscritores. Há cinco classes de switches, sendo os de subscritores os de nível 1. A rede de telecomunicações mundial está ligada de acordo com uma hierarquia. Os switches de nível 5 ligam os países.

O software para um sistema de comutação telefónica deverá ter necessariamente requisitos muito rigorosos pois que em primeiro lugar trabalha em tempo real, depois há a considerar a fiabilidade e tolerância a falhas já aludida. Até porque os sistemas telefónicos são um serviço público, alguns dos requisitos de fiabilidade são mesmo requisitos legais. Esses sistemas utilizam hardware redundante para conseguir a tolerância a falhas. Rotinas de diagnóstico tentam detectar falhas e encontrar formas de substituir os dispositivos avariados; são então enviadas mensagens ao operador para efectuar as necessárias substituições. Estes sistemas devem continuar em operação mesmo quando aconteçam catástrofes graves, como tremores de terra, inundações e, na generalidade, conseguem-no.

### A estrutura do sistema

A estrutura do sistema é mostrada na figura ao lado. Os subsistemas e suas funções podem resumir-se desta forma:

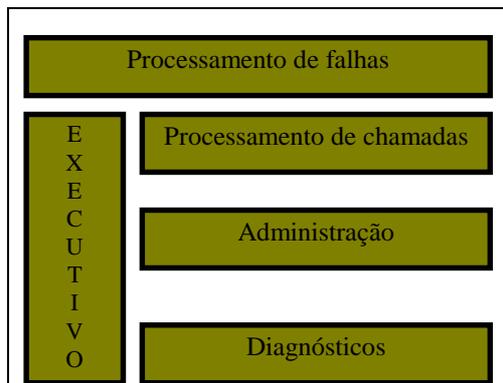
*Executivo.* Este subsistema é o “sistema operativo” do sistema de comutação. Gere a memória, o processamento, e facilidades de gestão de tempo. Executa todas as operações de baixo nível da máquina como por exemplo processamento de interrupções. O executivo permite que o sistema seja utilizado por diversos subsistemas simultaneamente.

*Processamento de chamadas.* Este subsistema executa as principais operações de comutação telefónica; suporta o estabelecimento de ligações telefónicas, detectando as linhas que são ligadas e desligadas, os números que são discados, proporcionando os sinais adequados e as ligações às linhas apropriadas. Há um conjunto de requisitos de tempo real para a operação destas funções, sendo o desempenho fundamental.

*Administração.* Este subsistema mantém a informação sobre os subscritores. É basicamente uma base de dados que contém informações sobre os número suportados pelo sistema, os serviços suportados por cada número e que linhas podem ser utilizadas para ligar a cada número. Contém facilidades para actualizar a base de dados ou em on-line ou a intervalos regulares. Mantém também estatísticas acerca dos padrões de tráfego no sistema.

*Processamento de falhas.* Este subsistema detecta mal-funções no sistema e executa os passos necessários para recuperar delas. Por exemplo, pode levar a que um placa de memória ou processador seja colocada fora de serviço, sendo substituída por outra. Algumas das funções de processamento de falhas podem ser executadas por hardware.

*Diagnósticos.* Este subsistema executa operações de diagnóstico para localizar componentes defeituosos e eventualmente determinar a sua causa. Os diagnósticos podem ser



postos a correr manualmente ou invocados automaticamente pelo sistema de processamento de falhas, ou ainda executados a intervalos regulares.

### **A nova release**

O departamento de desenvolvimento de software já estava organizado de acordo com a estrutura do sistema: havia cinco grupos, cada um responsável por cada subsistema. Além destes, havia um grupo de integração e teste que executava testes ao sistema e entregava o software. Cada grupo tinha entre quatro e sete membros.

Um switch pode ser caracterizado pelo número de linhas que podem ser ligadas a ele (ou seja, quantos subscritores pode ter), quantas chamadas por hora pode processar, e quantas chamadas pode processar num dado momento. Os requisitos para a nova versão eram suportar 20,000 chamadas por hora.

Embora a evolução da nova release não foi planeada para seguir um ciclo de vida sistematizado, mas na prática pode dizer-se que foi seguida de muito perto uma metodologia tipo cascata. Houve uma fase trivial de estudo de requisitos, especificando o aumento pretendido da capacidade do switch. Os três engenheiros originais efectuaram um estudo de exequibilidade preliminar e conceberam o sistema. Sem surpresas, concluíram que a estrutura inicial do sistema tinha de ser mantida. Produziram um conjunto de requisitos de alto nível quanto às alterações a ser efectuadas em cada um dos subsistemas existentes. A sua familiaridade total com o sistema existente tornou este passo possível.

As alterações não se confinaram ao software. Por exemplo, a nova concepção obrigava à adição de mais memória ao sistema. Como o processador não conseguia endereçar mais do que 64K, isto levou a que fosse criado um dispositivo de hardware especial para permitir a comutação entre bancos de memória. Isto, por seu lado, implicava alterações no subsistema executivo, para suportar o que era essencialmente uma forma primitiva de memória virtual. A adição de bancos de memória levou também a alterações substanciais aos sistemas de diagnóstico e de processamento de falhas.

Os requisitos para cada um dos subsistemas foram entregues aos grupos apropriados. A equipa de concepção criou um simulador do hardware, incluindo bancos de memória, durante a fase de estudo de exequibilidade. Este simulador foi utilizado por cada grupo para testar modularmente os seus subsistemas antes do hardware ficar disponível. Quando todos os subsistemas ficaram prontos, foi realizado o teste de grupo e integração, que levou a efeito teste extensivos de fiabilidade e funcionalidade. Foram detectados muitos defeitos, mas apenas locais a subsistemas individuais. Não sendo detectados grandes erros de concepção, o ciclo de desenvolvimento foi quase linear, requerendo iterações só para reparar inconsistências nas interfaces entre os módulos. Depois de vários meses o sistema começou a ser instalado e foi um sucesso quase completo.

### **Análise deste caso**

1. Dê uma justificação para a escolha quase empírica do modelo cascata para o desenvolvimento do projecto.
2. Porque continuaram a utilizar assembler, apesar da disponibilidade de linguagens de programação de alto nível e, especialmente, não optaram por um processador mais poderoso, entretanto já disponível?
3. Que dificuldades acrescidas trouxe a não migração aludida no ponto anterior?

4. Apesar dessas dificuldades, o projecto teve sucesso. Quanto a si, a que foi devido especialmente?

5. Em nenhum ponto do texto é enumerada qualquer documentação relativa a especificações formais ou mesmo informais e mesmo de concepção modular e funcionalidade respectiva e especialmente quanto às respectivas interfaces. Porque não foi esta falta que reputamos grave, inibidora do sucesso do projecto?

6. Em que medida poderá constituir um problema futuro?

7. Suponha que, seguindo a máxima do mestre Bill Gates “as empresas de sucesso serão aquelas que consideram os seus produtos ultrapassados antes que o mercado o faça”, a empresa que produz estas centrais pensa, logo após o início de entrega destas centrais em duplicar de novo a capacidade do sistema e acrescentar novas funcionalidades. Pensa que será possível e em caso de resposta afirmativa que implicará decerto?

(Nota: tenha em mente a utilização de assembler e o processador Intel 8080):

8. Como é indicado no texto, há a obrigatoriedade de manter o sistema de comutação por um período de 20 anos. É possível planear o sistema por forma a considerar a sua retirada de funcionamento, durante as fases de planeamento do sistema. Indique como um tal plano poderia ter sido aplicado no caso estudado. Que tipos de informação seriam incluídos no plano? Quais seriam os benefícios de um tal plano?

9. Será que a adopção de uma metodologia diversa, poderia ter sido mais adequada? Em caso de resposta afirmativa, diga qual e que impacto positivo teria no projecto.