

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS EMBEBIDOS

(MESTRADO EM INFORMÁTICA)

- SESSÃO 5: Casos de estudo -

JOÃO MIGUEL FERNANDES

Email: miguel@di.uminho.pt

URL: <http://www.di.uminho.pt/~miguel>



UNIVERSIDADE DO MINHO
ESCOLA DE ENGENHARIA

2000/01



DEP. INFORMÁTICA

Sumário

1. Enquadramento
2. Sistema de Supervisão de Iluminação
3. Sistema de Controlo das Linhas Hidro

1. Enquadramento (1/2)

✍ Objectivos deste módulo

- Apresentar casos de estudo que mostrem a aplicação das técnicas, meta-modelos e princípios apresentados na disciplina.

✍ Audiência alvo

- licenciados (com ou sem formação na área das TSI) com responsabilidades e experiência comprovada (desejável!) na análise, concepção e implementação de sistemas baseados em software

1. Enquadramento (2/2)

✍ Bibliografia recomendada

- Fernandes J.M. (2000). *"MIDAS: Metodologia Orientada ao Objecto para Desenvolvimento de Sistemas Embebidos"*. Tese de Doutoramento, DI, UM.
- Fernandes J.M., Machado R.J., Santos H.D. (2000). *"Modeling Industrial Embedded Systems with UML"*. 8th International Workshop on Hardware/Software Codesign (CODES 2000), San Diego, CA, USA, pp. 18-22, ACM Press.
- Fernandes J.M., Machado R.J. (2001). *"System-Level Object-Orientation in the Specification and Validation of Embedded Systems"*. XIV Symposium on Integrated Circuits and System Design (SBCCI 2001), Brasília, Brasil.
- Fernandes J.M., Machado R.J. (2001). *"From Use Cases to Objects: An Industrial Information Systems Case Study Analysis"*. 7th International Conference on Object-Oriented Information Systems (OOIS 2001), Calgary, Canadá.

2. SSI (1/27)

O Cliente

- O Sistema de Supervisão de Iluminação (SSI) foi desenvolvido por solicitação do Banco de Portugal, cujo edifício sede está localizado na Rua do Ouro em Lisboa.

O Problema

- Verificou-se a necessidade de instalar um sistema capaz de fazer a supervisão da iluminação exterior (decorativa) do edifício, com o principal objectivo de detectar a ocorrência de avarias nos pontos de luz.

2. SSI (2/27)

O Problema

- Foram identificadas as seguintes dificuldades:
 - † Os custos relacionados com a manutenção do sistema eram elevados e verificava-se que os pontos de luz se mantinham avariados, dado que essa situação não era atempadamente detectada.
 - † Não havia um mecanismo automático que garantisse o deslastre de cargas, nomeadamente a ligação desfasada e individual dum conjunto de pontos de luz.
 - † A verificação do cumprimento do número de horas de funcionamento das lâmpadas que os fornecedores anunciavam era executada duma forma manual.
 - † O sistema não integrava nenhuma funcionalidade que possibilitasse programar os tempos de actividade, incluindo detectores de luminosidade natural.

2. SSI ^(3/27)

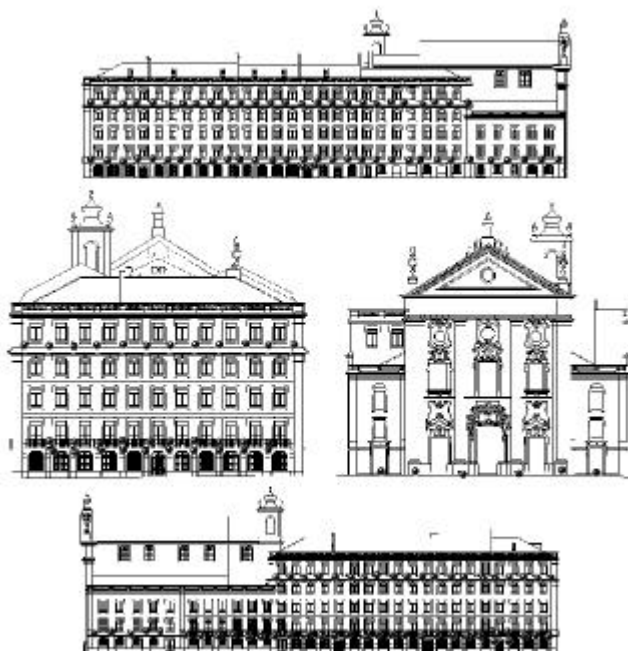
Descrição do ambiente

- O SSI será instalado no edifício-sede ao Banco de Portugal.
- O edifício ocupa um quarteirão inteiro da Baixa de Lisboa, confinando com a Rua do Ouro, a Rua de São Julião, o Largo de São Julião e a Rua do Comércio.
- O SSI será responsável pela supervisão da iluminação das 5 áreas exteriores do edifício (4 fachadas e o telhado):
 - † Na fachada da Rua de São Julião, existem 26 pontos de luz no 4º andar e 33 pontos de luz no 1º andar.
 - † Na fachada da Rua do Ouro, estão disponíveis 12 pontos de luz no 4º andar e 20 pontos de luz no 1º andar.
 - † Na fachada do Largo de São Julião, estão instalados 6 pontos de luz no rés-do-chão.
 - † Na fachada da Rua de Comércio estão colocados 20 pontos de luz no 4º andar e 33 pontos de luz no 1º andar.
 - † No telhado existem 72 pontos de luz, dispostos de forma irregular.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

7

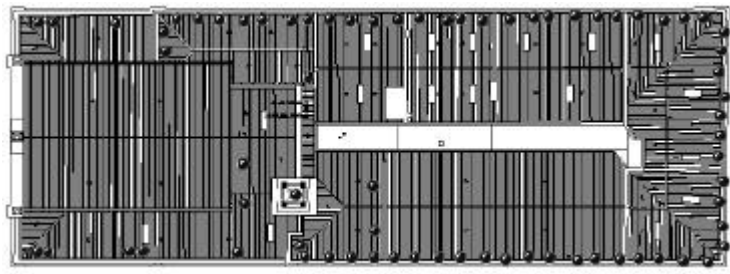
2. SSI ^(4/27)



© 2001 UM/EE/DI/JMF

8

2. SSI (5/27)



© 2001 UM/EE/DI/JMF

- O SSI será usado por dois perfis diferenciados de utilizadores: os responsáveis pela instalação eléctrica (privilegio superior) e os electricistas (utilizador normal).
- Espera-se que o SSI tenha uma interface o mais amigável e intuitiva possível com os seus utilizadores.

9

2. SSI (6/27)

Descrição das funções disponibilizadas

- O objectivo principal do SSI é identificar os pontos de luz não operacionais.
- Sempre que for detectado algum problema, deve accionar-se o alarme adequado, de modo a que a reparação das peças em mau estado se faça o mais rapidamente possível.
- O alarme deve incluir a origem do problema, a razão e o instante em que ocorreu.
- O SSI deve permitir programar quando e como devem ser ligados os vários pontos de luz.
- Essa programação deve facilitar a identificação de unidades lógicas (grupos) de iluminação, organizadas segundo uma hierarquia.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

10

2. SSI (7/27)

Descrição das funções disponibilizadas

- 4 modos distintos para a programação dos pontos de luz:
 - † Manual: o utilizador indica quais os pontos de luz a ligar, permanecendo estes ligados, até ser fornecida uma nova ordem ou até se mudar para um modo automático.
 - † automático por relógio: possibilita que os pontos de luz sejam ligados de acordo com um horário programável. Devem existir dois tipos de dias: normais e especiais (para incluir feriados, fins-de-semana e outros). Existirá um calendário (organizado por meses) para indicar o tipo de cada um dos dias do mês. Para cada um dos 2~tipos de dia e para cada período contíguo de tempo, devem indicar-se quais os pontos de luz a ligar.
 - † Automático por foto-célula: os pontos de luz acendem-se, assim que uma foto-célula indicar que o nível da luminosidade natural se encontra abaixo dum valor de referência. Associada a este modo está uma única configuração dos pontos de luz.
 - † Automático por foto-célula e relógio.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

11

2. SSI (8/27)

Descrição das funções disponibilizadas

- A foto-célula é um dispositivo electrónico não programável (i.e. a intensidade de luz para a qual ela se activa não pode ser alterada por software).
- Contudo, é possível ajustar a intensidade de activação da foto-célula por hardware, ou seja, actuando directamente sobre um botão disponível no dispositivo que controla a foto-célula (controlador).
- Deve também ser feito um inventário, em que se armazenam dados relativos a todos os pontos de luz instalados no edifício.
- Para cada um deles, deve armazenar-se informação respeitante à armadura, ao condensador, à reactância, ao ignitor e à lâmpada.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

12

2. SSI (9/27)

Descrição das funções disponibilizadas

- Existe um aparelho de medida, instalado junto ao quadro eléctrico da instalação, que permite captar diversas grandezas eléctricas da alimentação.
- O SSI, relativamente a esses valores, deve monitorizá-los, armazená-los (logs) para posterior geração de relatórios e disponibilizá-los ao utilizador.
- A monitorização desse conjunto de valores deve ser feita em cada hora, podendo, no entanto, este período ser alterado, caso o responsável o indique expressamente.
- As grandezas disponibilizadas pelo aparelho de medida são as seguintes: tensão simples, intensidade de corrente, potência activa, potência capacitiva, potência indutiva, factor de potência, tensão composta, frequência e energia.

2. SSI (10/27)



2. SSI (11/27)

Descrição das funções disponibilizadas

- Junto ao quadro eléctrico, existe um conjunto de contactos auxiliares associados aos diversos disjuntores diferenciais, sendo cada um destes responsável pela protecção duma parte do sistema eléctrico.
- Cada um desses contactos auxiliares permite averiguar se o respectivo disjuntor disparou ou não.
- Aos electricistas (utilizadores normais), apenas é permitido a visualização de alarmes e a impressão de relatórios.
- Podem ser solicitados relatórios impressos com informação relativa à ocorrência de alarmes ou ao historial dos valores eléctricos provenientes do aparelho de medida.
- Todas as tarefas que necessitem de alterar qualquer parâmetro (a informação relativa aos pontos de luz ou a programação da ligação das lâmpadas) são permitidas unicamente aos responsáveis.

2. SSI (12/27)

Análise: Diagrama de contexto

- A estratégia para criar o diagrama de contexto consiste nos 3 passos seguintes:
 - † Construir uma lista de actores, entradas e saídas.
 - † Desenhar o diagrama de contexto, escolhendo o tipo adequado para cada uma das ligações entre entidades externas e o sistema.
 - † Especificar pormenorizadamente as ligações numa tabela.
- Os actores mais facilmente identificados em qualquer sistema são os humanos que com ele têm de interagir.
- Para o SSI, apenas se prevê a interacção com os responsáveis e os electricistas.
- Uma leitura atenta do documento que contém a descrição do SSI, permite identificar os pontos de luz como um actor externo ao sistema.

2. SSI (13/27)

Análise: Diagrama de contexto

- A foto-célula, o aparelho de medida e os contactos dos disjuntores também foram identificados como actores.
- O historial, por ser disponibilizado aos utilizadores, foi considerado um actor, embora também pudesse ser considerado um objecto interno ao sistema, uma vez que, como mais à frente se verá, existe funcionalidade associada aos utilizadores para disponibilizar essa informação.
- A opção tomada, por não colidir com o pretendido, resultou da possibilidade de, futuramente, se pretender que o historial seja gerado automaticamente para o exterior (i.e. sem a necessidade dum pedido expresso proveniente dum utilizador).

© 2001 UM/EE/DI/JMF

17

2. SSI (14/27)

Análise: Diagrama de contexto

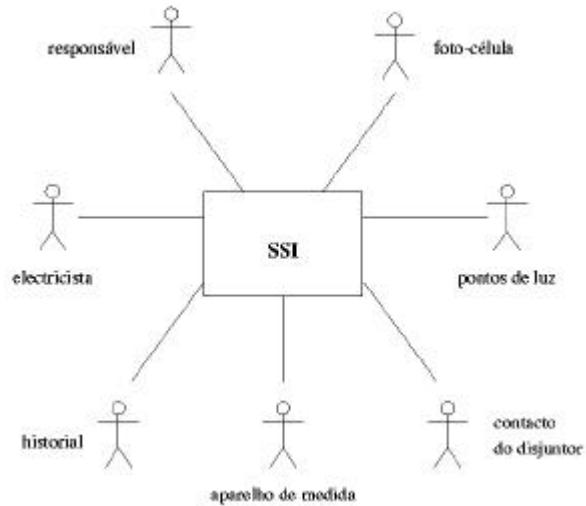
Actores	Entradas	Saídas
Responsável	Valores eléctricos	Actuar pontos de luz
Electricista	Nível de luminosidade	Informação historial
Pontos de luz	Estado dos pontos de luz	
Foto-célula	Programar pontos de luz	
Aparelho medida	Imprimir relatórios	
Historial	Alterar dados	
Contacto disjuntor	Ver alarmes	
	Estado do contacto	

© 2001 UM/EE/DI/JMF

18

2. SSI (15/27)

Análise:
Diagrama de contexto

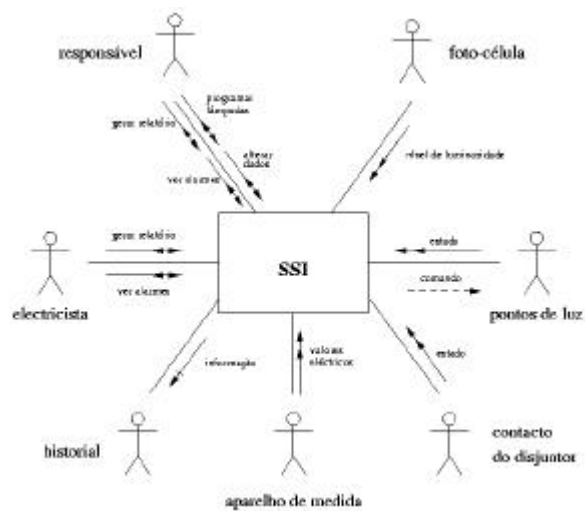


© 2001 UM/EE/DI/JMF

19

2. SSI (16/27)

Análise:
Diagrama de contexto



© 2001 UM/EE/DI/JMF

20

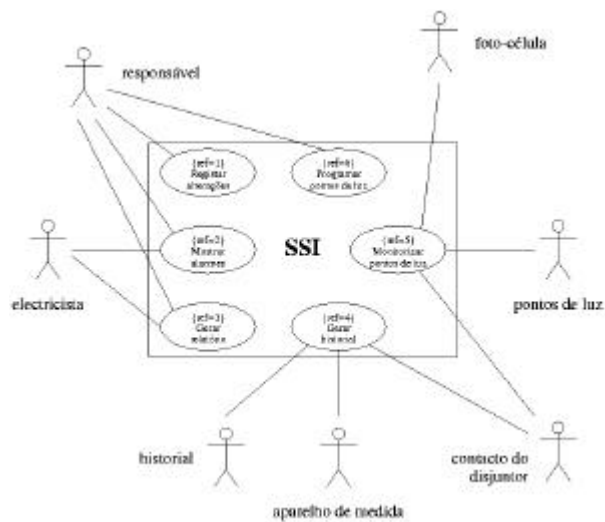
2. SSI (17/27)

Análise: Diagrama de casos de uso

- Com base nos actores identificados no diagrama de contexto, podem identificar-se os seguintes casos de uso:
 - † Registrar alterações de dados.
 - † Mostrar alarmes.
 - † Gerar relatório.
 - † Gerar informação de historial.
 - † Monitorizar pontos de luz.
 - † Programar ligação dos pontos de luz.

2. SSI (18/27)

Análise: Diagrama de casos de uso



2. SSI (19/27)

Análise: Diagrama de casos de uso

- 1. Registrar alterações: É iniciado pelo responsável para alterar os dados relativos aos pontos de luz que estão armazenados no sistema. Quando, por exemplo, uma lâmpada avariada é trocada por uma nova, o responsável deve registar essa alteração.
- 2. Mostrar alarmes: É usado pelo utilizador (responsável ou electricista) para verificar se há alguma avaria nos pontos de luz.
- 3. Gerar relatório: É iniciado pelo utilizador (responsável ou electricista) para imprimir as ocorrências de situações anómalas que se verificaram no sistema. Inclui avarias de pontos de luz e valores não esperados para as grandezas eléctricas devolvidas pelo aparelho de medida.

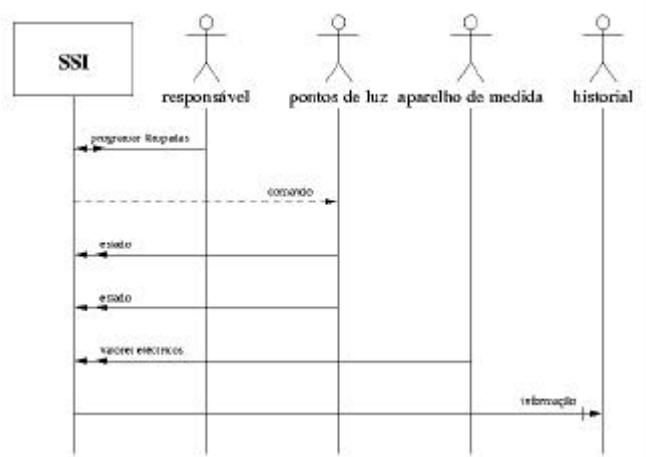
2. SSI (20/27)

Análise: Diagrama de casos de uso

- 4. Gerar historial: É um processo que regista, com um carácter periódico, as grandezas eléctricas fornecidas pelo aparelho de medida, para posterior processamento.
- 5. Monitorizar pontos de luz: É um processo continuamente em execução que, mediante o programa de ligação activo, liga e desliga os pontos de luz. É também responsável pela detecção de pontos de luz avariados, facto que deve registar através da geração dum alarme, para posteriormente os utilizadores tomarem conhecimento do facto.
- 6. Programar pontos de luz: É utilizado pelo responsável para definir o programa a usar para a ligação dos pontos de luz. O programa pode ser colocado num de 4 modos de controlo: manual; automático por foto-célula; automático por relógio; ou automático por foto-célula e relógio.

2. SSI (21/27)

Análise:
Diagrama de
seqüência



© 2001 UM/EE/DI/JMF

25

2. SSI (22/27)

Análise: Diagrama de objectos

Caso de uso	Int.	Ent.	Fun.
1. Registrar alterações		X	X
2. Mostrar alarmes	X		
3. Gerar relatório	X		X
4. Gerar historial	X	X	X
5. Monitorizar pontos de luz	X	X	X
6. Programar pontos de luz	X	X	

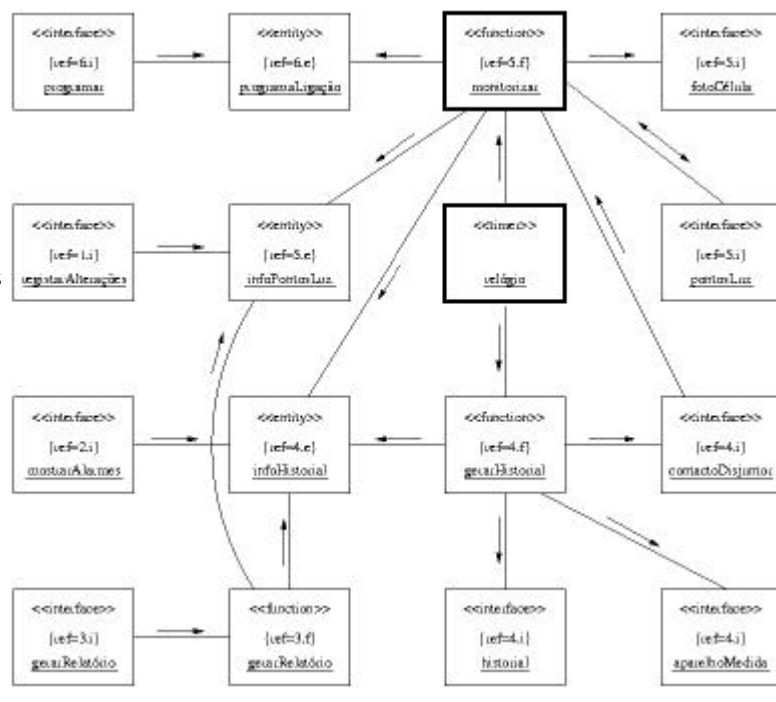
© 2001 UM/EE/DI/JMF

26

2. SSI

(23/27)

Análise: Diagrama de objectos



© 2001 UM/EE/DI/JMF

2. SSI

(24/27)

Análise: Diagrama de objectos

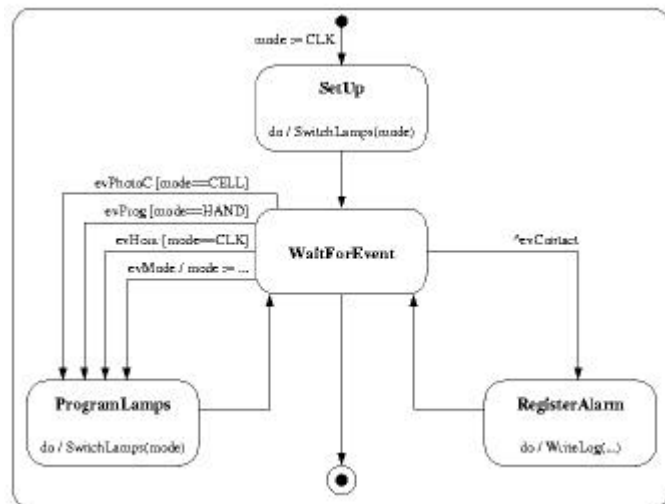
- 9 objectos-interface: Um para cada actor, sendo que o responsável e o electricista partilham o mesmo objecto-interface, que pode ser visto como composto por 4 objectos-interface (um para cada interacção possível entre o responsável e o sistema).
- 3 objectos-entidade: Um para guardar os programas de ligação dos pontos de luz; outro para guardar as informações relativas aos pontos de luz; e um outro para o historial.
- 4 objectos-função: Um activo para fazer a supervisão dos pontos de luz; outro para gerar informação de historial; e um outro para gerar relatórios. Existe igualmente um objecto relógio (da sub-categoria <<timer>>) responsável por fornecer informação temporal aos outros objectos.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

28

2. SSI (25/27)

Análise:
Diagrama de
state-charts
objecto 5.f
(monitorizar)



2. SSI (26/27)

Comentários

- Este exemplo real mostrou que o uso de objectos-interface é completamente crucial para poder alterar com facilidade a forma como os actores comunicam com o sistema.
- Revelou-se ainda útil para a realização de protótipos do sistema, pois permitiu que inicialmente todo o sistema funcionasse em software e que depois os pontos de luz fossem substituídos por leds e interruptores.
- Se não fossem considerados os objectos-interface, seria necessário procurar por diversos objectos as questões de apresentação relacionados com um só objecto.

2. SSI (27/27)

Comentários

- Para que a reutilização de objectos seja uma realidade e não uma mera hipótese conceptual, deve existir uma biblioteca de classes e um conhecimento profundo da sua constituição.
- Não foi mostrada essa possibilidade neste caso de estudo.
- Contudo, a diferença entre desenvolver um sistema da forma seguida aqui e numa situação onde houvesse o conhecimento duma biblioteca de classes reside apenas na seguinte facilidade:
 - † se depois de identificar um objecto, existir uma classe que o descreve, então esse objecto não necessita de ser implementado, podendo ser tirado da biblioteca de classes, eventualmente após ligeiras modificações.

3. SCLH (1/22)

O Cliente

- O Sistema de Controlo das Linhas Hidro (SCLH) é responsável pela coordenação dum conjunto de linhas de produção de auto-rádios, instaladas na fábrica da Blaupunkt Auto-Rádio Portugal Lda, situada na cidade de Braga.

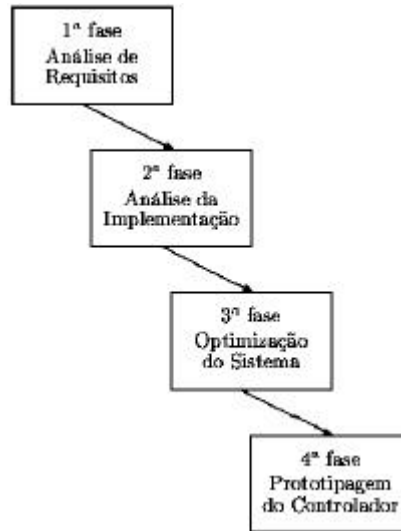
O Problema

- Por solicitação do cliente, que sentia que as suas linhas de produção apresentavam algumas ineficiências, foi criada uma equipa de projecto, que tinha por missão fazer o diagnóstico e optimização do SCLH.

3. SCLH (2/22)

O Projecto

- Trata-se dum projecto com uma forte componente de engenharia reversa.

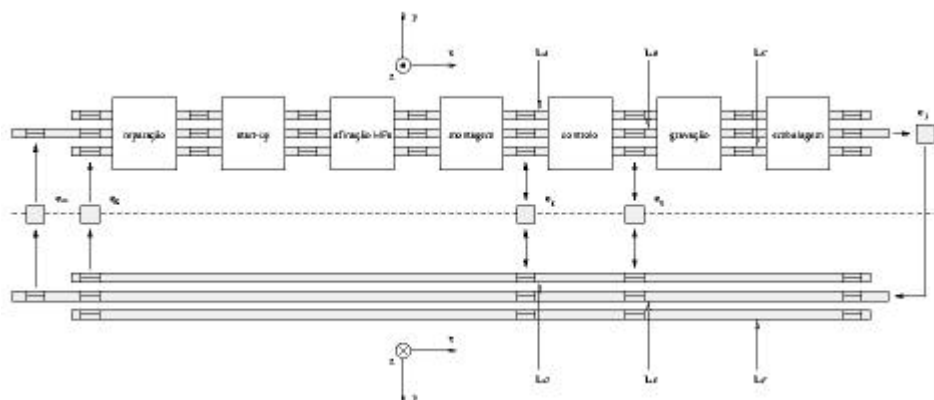


© 2001 UM/EE/DI/JMF

33

3. SCLH (3/22)

A linha de produção

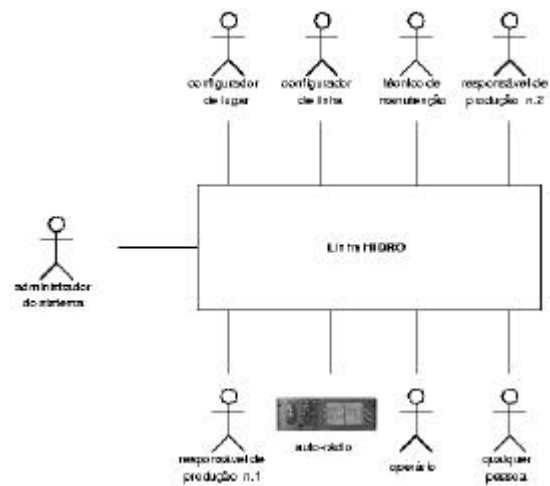


34

3. SCLH (4/22)

Análise:
Diagrama
de contexto

© 2001 UM/EE/DI/JMF

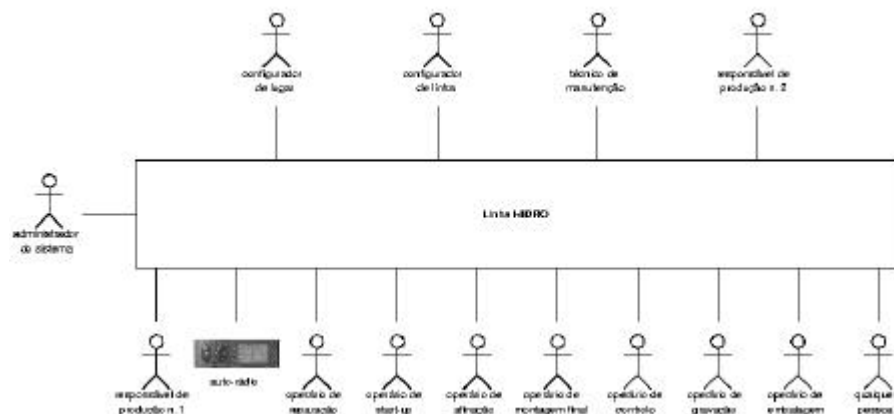


35

3. SCLH (5/22)

Análise: Diagrama de contexto

© 2001 UM/EE/DI/JMF



36

3. SCLH (6/22)

Análise: Diagrama de casos de uso

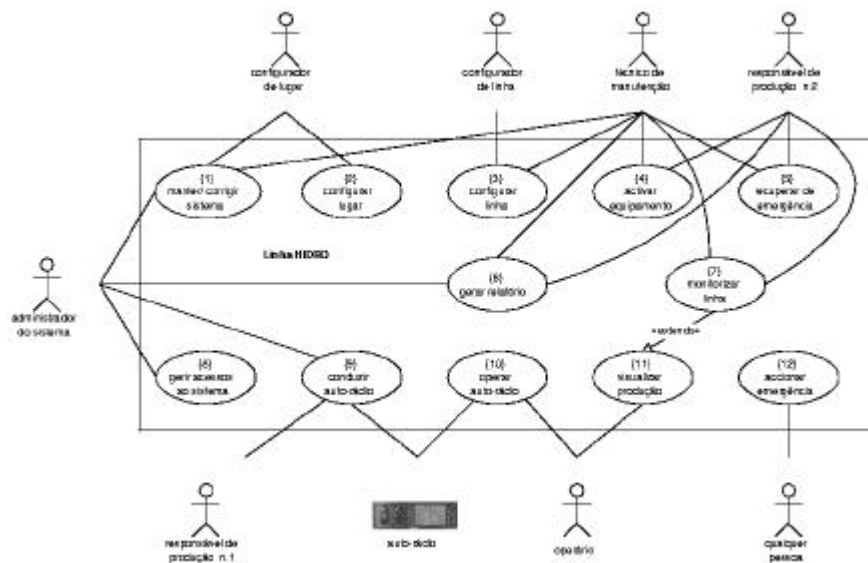
- Com base nos actores identificados no diagrama de contexto, podem identificar-se os seguintes casos de uso:
 - † Manter/corrigir sistema.
 - † Configurar lugar.
 - † Configurar linha.
 - † Activar equipamento.
 - † Recuperar de emergência.
 - † Gerar relatórios.
 - † Monitorizar linha.
 - † Gerir acessos ao sistema.
 - † Conduzir auto-rádio.
 - † Operar auto-rádio.
 - † Visualizar produção.
 - † Accionar emergência.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

37

3. SCLH (7/22)

Análise: Diagrama de casos de uso



© 2001 UM/EE/DI/JMF

38

3. SCLH (8/22)

Análise: Diagrama de casos de uso

- 1. manter/corrigir sistema: Permite manter operacional o sistema nos níveis expectáveis, através da substituição/reparação/alteração/configuração de componentes eléctricos, electrónicos, software e mecânicos.
- 2. configurar lugar: Identifica univocamente os postos do lugar e disponibiliza as operações que devem ser executadas nos postos.
- 3. configurar linha: Indica qual a sequência de operações que cada tipo de auto-rádios deve percorrer durante a produção. Esta funcionalidade deve permitir que possam coexistir na linha diferentes tipos de auto-rádios, podendo cada um ter uma sequência diferente da dos outros. Desta forma, será possível repor na linha auto-rádios semi-produzidos ou retirar da linha auto-rádios não totalmente produzidos.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

39

3. SCLH (9/22)

Análise: Diagrama de casos de uso

- 4. activar equipamento: Liga/desliga os diversos componentes da linha (sistema de transporte, postos, etc.).
- 5. recuperar de emergência: Retoma o funcionamento normal do sistema, após ter sido colocado num estado de alarme.
- 6. gerar relatórios: Faculta dados sobre o sistema, a produção, os postos e os auto-rádios, relativos a um determinado intervalo de tempo.
- 7. monitorizar linha: Faculta dados sobre o estado actual da linha.
- 8. gerir acessos ao sistema: Atribui palavras de passe aos vários utilizadores do sistema, de modo a regular as funcionalidades a que cada um deles tem acesso.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

40

3. SCLH (10/22)

Análise: Diagrama de casos de uso

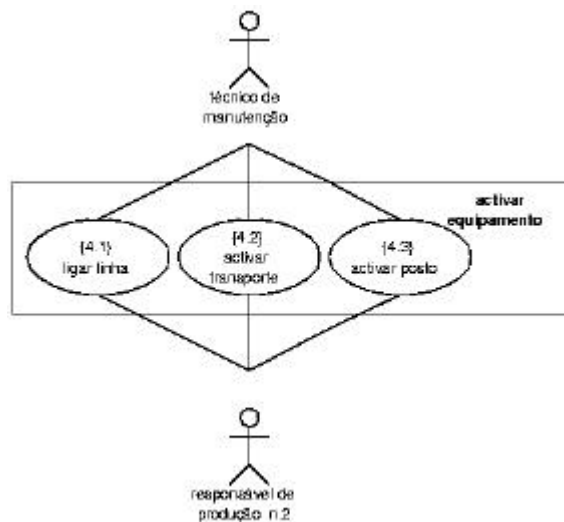
- 9. conduzir auto-rádio: Movimenta os auto-rádios ao longo da linha, de forma a disponibilizá-los aos postos para realizar as diferentes operações.
- 10. operar auto-rádio: Realiza um conjunto de operações para produzir um auto-rádio.
- 11. visualizar produção: Faculta dados e objectivos de produção de relevância para as operações executadas nos postos.
- 12. accionar emergência: Actua um botão de alarme, posicionado num local visível e de fácil acesso, para parar todos os elementos eléctricos e pneumáticos da linha.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

41

3. SCLH (11/22)

Análise: Diagrama de casos de uso

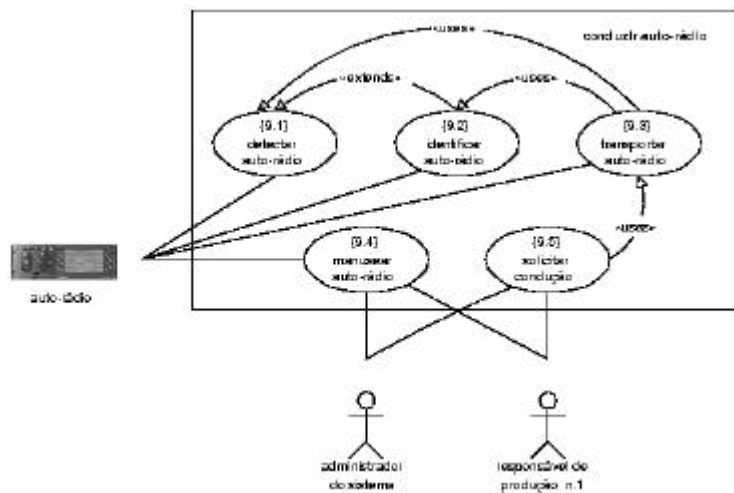


© 2001 UM/EE/DI/JMF

42

3. SCLH (12/22)

Análise:
Diagrama
de casos
de uso

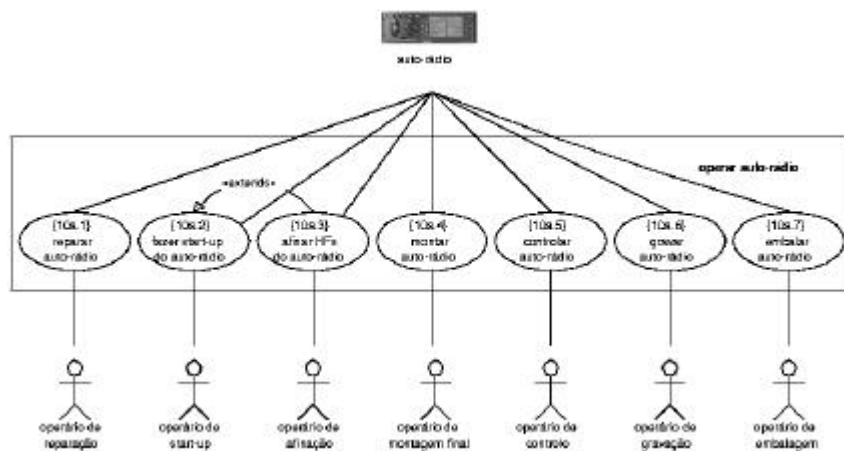


© 2001 UM/EE/DI/JMF

43

3. SCLH (13/22)

Análise: Diagrama de casos de uso

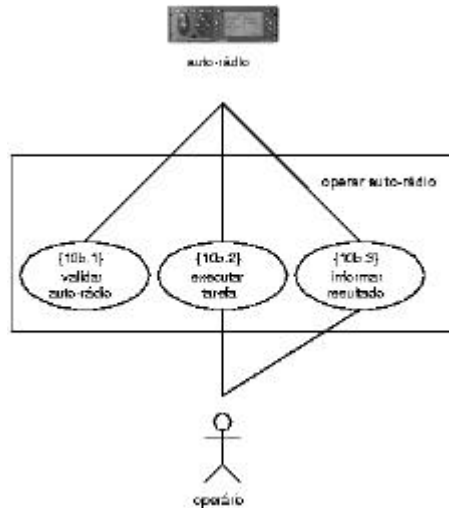


© 2001 UM/EE/DI/JMF

44

3. SCLH (14/22)

**Análise:
Diagrama de
casos de uso**

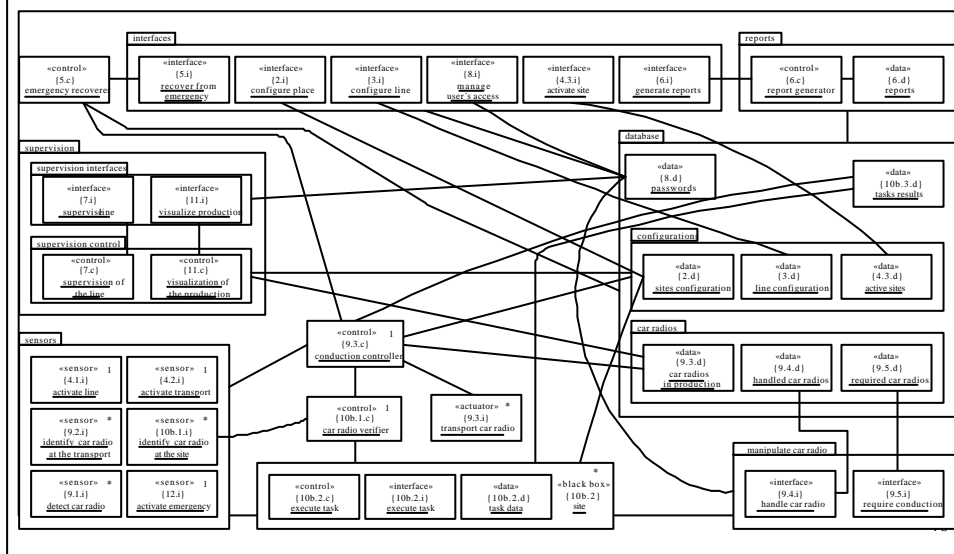


© 2001 UM/EE/DI/JMF

45

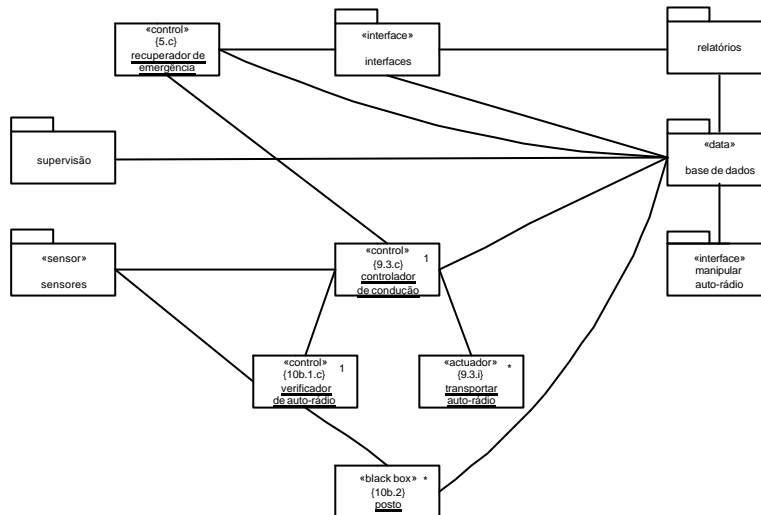
3. SCLH (15/22)

Análise: Diagrama de objetos



3. SCLH (16/22)

Análise: Diagrama de objectos

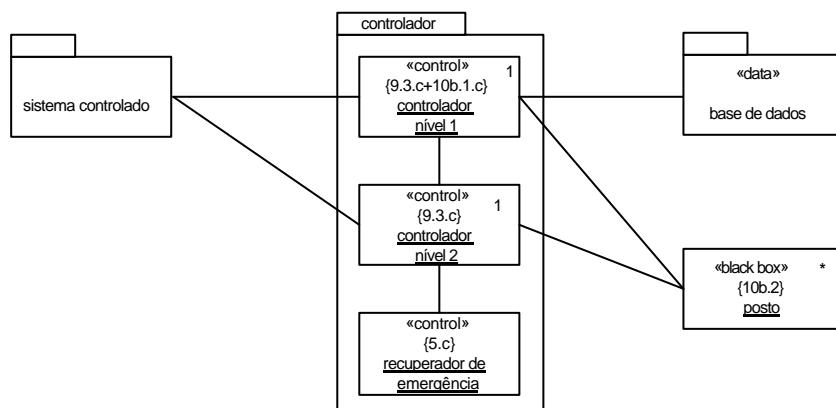


© 2001 UM/EE/DI/JMF

47

3. SCLH (17/22)

Análise: Diagrama de objectos

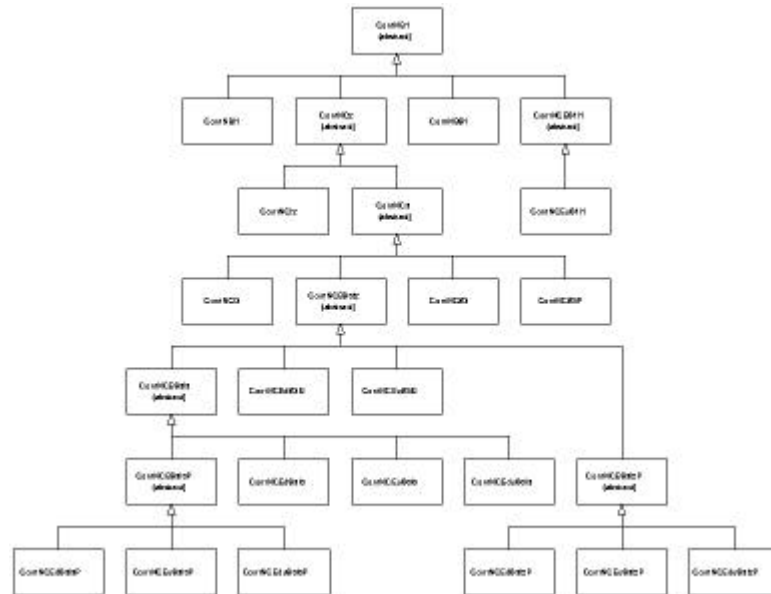


© 2001 UM/EE/DI/JMF

48

3. SCLH (18/22)

Análise: Diagrama de classes



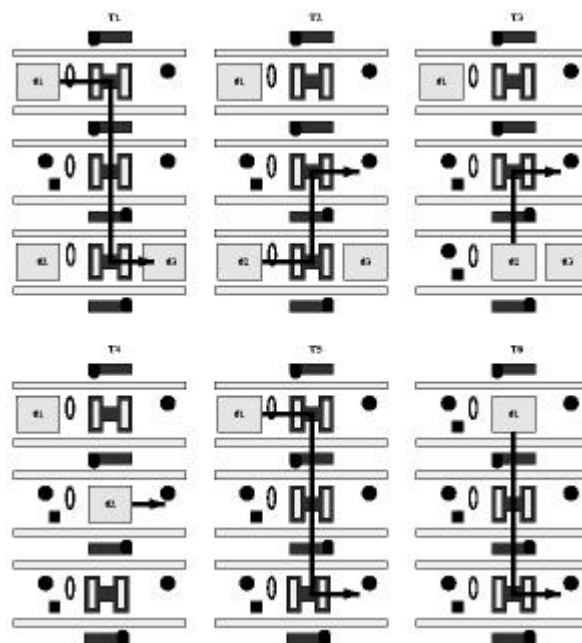
© 2001 UM/EE/DI/JMF

49

3. SCLH

(19/22)

Análise: Cenários



© 2001 UM/EE/DI/JMF

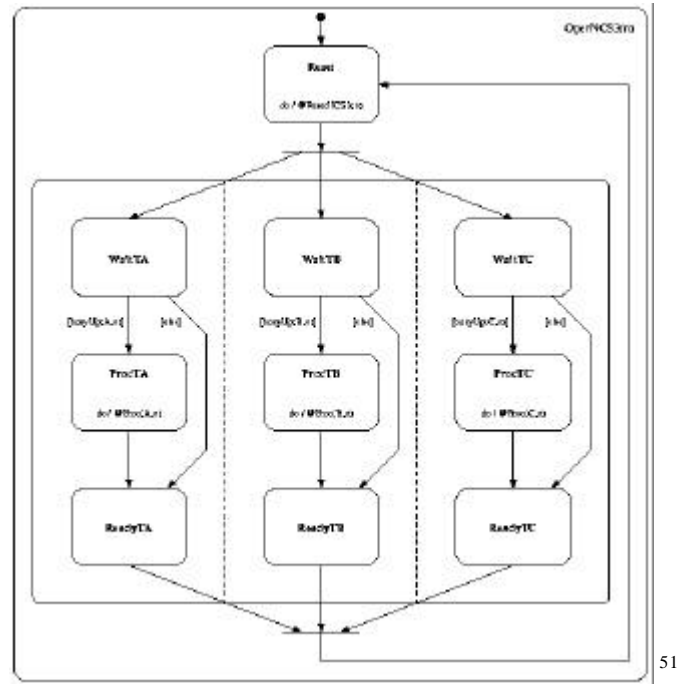
50

3. SCLH

(20/22)

Análise:
Diagramas de
StateCharts

© 2001 UM/EE/DI/JMF



3. SCLH

(21/22)

Comentários

- Este exemplo, bem mais complexo que o SSI, permitiu abordar diversas questões de modelação.
- Foi possível mostrar:
 - † a forma como um caso de uso pode ser decomposto em outros casos de uso;
 - † a passagem dos casos de uso para objectos;
 - † a necessidade em descrever pormenorizadamente o sistema controlado;
 - † a construção dum diagrama de classes como meio para organizar os vários tipos de componentes do sistema; e
 - † o modo como os state-charts podem ser usados para formalizar os requisitos do sistema, descritos sob a forma de regras e cenários.

© 2001 UM/EE/DI/JMF

52

3. SCLH (22/22)

Comentários

- Relativamente aos cenários de funcionamento, foi utilizada para a sua descrição uma notação facilmente entendida pelo cliente, em detrimento dos diagramas de interacção.
- Este exemplo mostra que não devemos limitar-nos a usar os diagramas UML, mas que devemos procurar notações que possam auxiliar os leitores.
- Este exemplo mostrou igualmente que o recurso a outras técnicas, não previstas inicialmente na metodologia, deve ser incentivado, caso tal se revele útil.