

Interfaces Gráficas para Sistemas de Automação e Controlo Industrial

Adriano Lopes ¹, José Carlos Teixeira ¹ e Francisco Cardoso ²

¹ Grupo de Métodos e Sistemas Gráficos
Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra
E-mail: adriano/teixeira@mat.uc.pt

² Grupo de Automação e Instrumentação Industrial
Departamento de Física, Universidade de Coimbra

Sumário

Na área das interfaces de aplicações informáticas com o utilizador, são equacionados aspectos inerentes à própria engenharia de software e hardware, e também factores de ordem cognitiva e perceptiva associados ao ser humano. Na presente comunicação, é debatida a concepção de interfaces gráficas para sistemas de automação e controlo industrial. É feito um enquadramento muito sumário sobre este tipo de sistemas, seguindo-se a apresentação de princípios gerais a obedecer na concepção de interfaces gráficas. Dado ser necessário atender a especificidades próprias da área em apreço, são apresentados alguns aspectos que se julgam determinantes para o êxito de uma interface deste tipo. Finalmente, é apresentado o exemplo de uma interface gráfica para um sistema de monitorização e controlo de uma central térmica de vapor. Nesse exemplo, é visível a materialização de algumas considerações formuladas.

1. Sistemas de Automação e Controlo Industrial

Um sistema de automação e controlo industrial visa a gestão de processos físicos (controlo de características físicas e/ou químicas, mutáveis no tempo), e portanto funciona em tempo real, de uma forma contínua. Em traços gerais, o seu funcionamento pode ser sistematizado do seguinte modo: o sistema recebe informação associada a variáveis do

processo e, de acordo com algoritmos e técnicas de controlo, reage invocando comandos. Esses comandos irão provocar de seguida alterações no processo visado. Tarefas afectas a um sistema de controlo são, pois, o controlo da instrumentação afecta ao processo, a aquisição de dados, a regulação, supervisão, protecção e segurança de todo o processo.

Em termos de arquitectura – e na sequência de uma descentralização gradual das várias unidades orgânicas constituintes, que se tem registado ao longo dos últimos anos – estes sistemas caracterizam-se por uma estrutura descentralizada, com as várias unidades dispersas geograficamente, mas coexistindo com uma cadeia de controlo hierárquico [6].

2. Conceitos gerais

O desenvolvimento de uma interface gráfica, qualquer que seja a aplicação associada, tem de ser inserido no âmbito do sistema informático global, quer em termos de arquitectura, quer em termos de ferramentas de desenvolvimento. Constata-se que, na generalidade, a arquitectura de uma interface assenta numa estrutura modular altamente paralela. Como modelos de suporte, merecem referência os denominados sistemas multi-agentes (ex. MVC [11], PAC [8], [12]), e/ou o modelo em Arco [2], que não é mais do que a actualização do histórico modelo de Seeheim [9]. Deste modo, as interfaces gráficas têm como base o quarteto janela-menu-icon-rato, sendo a manipulação directa de objectos a técnica preponderante de suporte ao diálogo utilizador-computador.

Neste contexto – e como o campo informático assiste a uma evolução deveras impressionante – são também cada vez maiores as expectativas dos utilizadores, sugerindo deste modo a necessidade de novas técnicas e paradigmas de interacção. De momento, a ênfase direcciona-se para ambientes multimedia. Neste aspecto, a especificidade inerente às interfaces gráficas para controlo industrial suscita algumas reservas. É nossa convicção que se deve equacionar em que medida e de que forma se devem incorporar os desenvolvimentos registados (em termos gerais).

Independentemente do tipo de interface, o utilizador ao interactuar com um sistema desenvolve um modelo de aprendizagem e entendimento mental do seu funcionamento – o denominado modelo mental do utilizador [4]. São três os tipos de factores a ter em conta nesse modelo: factores relativos à percepção da informação, factores de ordem cognitiva

(aprendizagem, processamento mental, etc.), e finalmente factores relacionados com a própria actividade motora de interacção com o equipamento informático.

3. Desenvolvimento de interfaces gráficas

No desenvolvimento de interfaces gráficas, o projectista deve ter presente princípios considerados fundamentais para a obtenção de uma boa solução. Naturalmente que existem factores de índole vária a equacionar, desde a arquitectura da aplicação associada, o tipo de ferramentas utilizadas, o tipo de utilizadores, etc.

3.1. Princípios a considerar

A formulação de princípios – que se devem associar ao bom senso – é uma tarefa algo ingrata e incompleta. No entanto, é aceitável definir três áreas descritivas ainda que, como é natural, alguns princípios se possam mapear em mais do que uma área. Assim temos: princípios a seguir na definição do conteúdo da informação, na forma como o diálogo deve ser estruturado, e finalmente, princípios associados à forma como a informação deve ser apresentada ao utilizador [3].

Conteúdo da informação

A definição da informação a apresentar ao utilizador carece de um estudo aprofundado das funcionalidades inerentes à aplicação. Após essa análise inicial, importa agrupar a informação de uma forma lógica, e caracterizar o inter-relacionamento entre esses grupos. Deve ser estabelecida uma hierarquia de funcionalidades, não só em termos de hierarquia de grupos, como também em termos de funcionalidades inerentes a cada grupo lógico. Estabelecem-se ainda prioridades em função da importância e da frequência de utilização, além de aspectos críticos associados.

Diálogo

Os mecanismos de suporte ao diálogo devem ser eficientes nos objectivos, e consequentemente coerentes e rápidos. Enunciemos alguns princípios importantes [3]:

– O diálogo deve ser consistente e uniforme, evitando-se abordagens de diálogo diferentes para situações semelhantes. Se tal não for evitado, todo o entendimento mental que o utilizador tenha do sistema em determinado instante, é alterado. Em consequência, é de incentivar a simplicidade, como por exemplo utilizando diálogos com sintaxes simples e fáceis de memorizar.

– Deve-se potenciar relações entre estímulos do utilizador e respostas do sistema. Por exemplo em controlo industrial, a alteração do nível de água de um reservatório pode ser feita com base em "acções físicas" sobre objectos da interface: subir nível de água => mover o cursor associado ao nível, de baixo para cima.

– Deve-se reduzir ao mínimo o esforço e a necessidade de memorização por parte do utilizador, na entrada de informação para o sistema. Como referência, é boa estratégia seleccionar dados a partir de uma lista fornecida pelo sistema, ao invés de introduzir essa informação via teclado (a menos que existam razões em contrário).

– Deve ser encontrada uma solução de equilíbrio entre facilidade de aprendizagem, flexibilidade da interface, menor esforço de utilização, etc. Por exemplo na activação de operações, o acesso a menus é a solução ideal para os menos familiarizados com o sistema; para os mais conhecedores, é preferível a linguagem de comandos já que minimiza o tempo dispendido. Logo, deve-se encarar simultaneamente múltiplas formas de acesso às funcionalidades.

Forma da informação

Para um utilizador, a receptividade à interface é em certa medida dependente da forma como a informação lhe é apresentada. Ela deve possuir uma aparência agradável, e com uma qualidade de comunicação elevada. Entre outras técnicas, a utilização correcta de cores incrementa a percepção visual (mecanismo de comunicação do ser humano mais efectivo). Por outro lado, a informação tem de ser concisa e coerente, para que não subsistam dúvidas na sua interpretação [1], [3]. Assim:

– As soluções de codificação devem lembrar situações físicas. Por exemplo, a imagem gráfica associada a um processo industrial deve, na medida do possível, ser o mais parecida com a realidade.



– O simbolismo a utilizar deve ter em conta determinados estereótipos. Deste modo, o utilizador não tem necessidade de apreender abordagens diferentes, e principalmente, não contradiz o seu entendimento natural das situações. No entanto, é de ter em conta que nem todos os estereótipos são comuns aos vários utilizadores e aplicações. Existem aliás normas internacionais e/ou nacionais de simbologia para vários campos do conhecimento, que devem ser seguidas.

– A informação deve ser legível, com os seus elementos facilmente distinguíveis. Para além da utilização de técnicas de diferenciação de informação – tipos de letras diferentes, pares de cores similares, ou com contraste acentuado, etc. – é importante que se defina os atributos dos caracteres e símbolos a utilizar.

Tipos de letra	Utilizar de 1 a 3 tipos, função das classes de informação.
Estilos de letra	Definir os estilos a utilizar para cada tipo de letra, não esquecendo as necessidades de realce de informação (normal, itálico, carregado, etc.)
Tamanhos de letra	Para cada tipo de letra, utilizar de 1 a 3 tamanhos.

Tabela 1 – Alguns princípios de ortografia a ter em conta [1]

4. A especificidade da área de controlo industrial

Qualquer interface gráfica deve ser eficiente nos objectivos de utilização. Deste modo, a especificidade de cada aplicação é determinante para o desenvolvimento da interface, e por força maior no caso das aplicações de controlo industrial, onde a especificidade é ainda mais notória se comparada com outro tipo de aplicações.

São vários os aspectos dignos de registo. Entre eles, destacam-se o conhecimento das características dos operadores, a estrutura hierárquica da informação, o controlo da acção do operador, para além da codificação da informação – cores e simbologia.

4.1. Perfil dos operadores

A caracterização do perfil de operadores é *a priori* uma tarefa difícil e ingrata dado o número de factores em jogo. No entanto o seu papel é frequentemente formalizado, uma vez que é conveniente existir uma certa uniformização na manipulação do controlo relativamente ao sistema [7]. Assim, considera-se que:

- Na generalidade, os operadores são relutantes a novos procedimentos de controlo, geometria e cores; ainda subsistem soluções de painéis de controlo específicos – de regulação, de controlo, e de alarmes. A apresentação analógica da informação é neste caso bem aceite.
- Os operadores são pessoas profundamente conhecedoras dos processos industriais visados, como seria de esperar. Não sendo necessariamente especialistas em informática, eles são sempre submetidos a um intensivo ciclo inicial de aprendizagem. É bom recordar que estes sistemas apresentam custos elevados e, além disso, os processos de controlo envolvidos requerem uma actuação cuidada e responsável por parte dos operadores.

De qualquer forma, é de incentivar a adaptação a novas técnicas de interacção tendo em vista o incremento da agradabilidade no trabalho realizado, sem por em causa obviamente o funcionamento do sistema.

4.2. Princípios a realçar

Na apresentação de alguns princípios específicos ao controlo industrial, devemos começar por sublinhar que uma aplicação gráfica deste tipo é potencialmente a única aplicação informática em execução a requerer saída gráfica no ecrã. Isto sugere que a interface ocupe todo o espaço de ecrã (o que nunca é demais). Por outro lado – e como princípio – não é desejável alterar as dimensões da área da janela da interface durante o seu funcionamento, já que isso pode originar omissão e/ou sobreposição de informação. A acrescentar a tudo isto, tem-se por norma um funcionamento quasi-contínuo.

Aliás, estes aspectos têm suscitado opiniões divergentes sobre a utilização de sistemas de janelas gráficas em aplicações de controlo industrial. Alguns autores advogam que a flexibilidade e agradabilidade na representação da informação são por si só suficientes para



justificar a utilização de janelas. No entanto, não é menos verdade que a proliferação sistemática de janelas gráficas no ecrã pode degradar o desempenho do sistema na sua globalidade, assim como dificultar o seu entendimento por parte do operador.

Hierarquia na informação a apresentar – Um dos objectivos a atingir com uma interface para controlo industrial é a compreensão e o reconhecimento do funcionamento dos processos pelo operador. Esse objectivo é bastante dependente do conhecimento que o operador tenha das interdependências dos processos e, em menor escala, da memorização dos seus estágios anteriores [7]. Daí que seja importante uma criteriosa organização da informação, o que aliás já foi expresso em termos gerais.

Assim, a informação deve ser organizada em termos hierárquicos, comportando dois a quatro níveis [7]:

- No nível mais elevado, o operador deve ter uma visão geral do sistema. Em princípio não serão visíveis muitas perturbações, mas são indicados os itens mais importantes a ter em conta no caso de existirem perturbações.
- A seguir, têm-se estruturas do processo a controlar, sendo visível os vários estados de sub-unidades, bem como as respectivas energias e/ou matérias produzidas. A este nível, já deve existir a possibilidade de aceder directamente a sumários das situações de alarme recentes.
- No terceiro nível, os detalhes dos sub-sistemas são ainda mais expressivos, incluindo alarmes, estados de sensores, de actuadores, valores analógicos de variáveis de processo (fluxo de água, nível, etc). É aceitável, aliás desejável, que este tipo de informação possa existir nos níveis superiores.
- Por último, informação ainda mais detalhada dos componentes específicos de processos (valores analógicos, limites de funcionamento, etc).

Controlo da acção do operador – Existe a necessidade de minimizar o risco de utilização incorrecta do sistema por parte do operador. Como ser humano que é, o operador pode desencadear acções que resultem num fraco desempenho do sistema, como ainda ponham em causa a *segurança do processo*. Nesse sentido, o diálogo deve obedecer a uma filosofia de tratamento preventivo, vigiando a acção do operador, embora evitando restringir a sua

liberdade. Em consequência, o clássico *undo* não merece a relevância habitual, dada em outros tipos de aplicações gráficas. Reconhece-se no entanto a sua aceitabilidade em determinados contextos.

Cores e Simbologia – Um aspecto importante a ter em conta neste tipo de interfaces, é a importância atribuída à cor em termos de codificação de comportamentos de acessórios, estados e regimes de funcionamentos, próprios da área industrial. Existem inclusive algumas normas de codificação [7], [4]. Também se aplica o mesmo princípio à simbologia, devendo o projectista da interface ser coerente na utilização da norma escolhida.

5. Um exemplo: Central térmica de vapor

O exemplo que se apresenta a seguir refere-se à concepção e implementação de um protótipo de um sistema de monitorização e controlo de uma central térmica de vapor. Neste caso, visa-se controlar o funcionamento de um conjunto de caldeiras industriais de vapor¹, onde – entre outros aspectos – o factor segurança é determinante.

Ao desenvolver a interface gráfica foram tidos em consideração princípios já enunciados anteriormente, assim como aspectos inerentes à estrutura preconizada para o sistema de controlo. As caldeiras possuem um funcionamento autónomo, com estações de controlo local associadas, mas estando estas sob a alçada de um centro de coordenação. É a este nível que a presente interface gráfica se reporta.

Ao nível do centro de coordenação de estações, existe uma workstation com sistema operativo UNIX, e um conjunto de periféricos tais como impressoras (importantes para registo de anomalias), e telefones. O software é estruturado em quatro módulos: gestão do sistema de comunicações (com as estações locais), base de dados, interface com o operador, e finalmente o módulo *executivo*, responsável pela coordenação de todos os módulos. A interface gráfica foi concebida em ambiente de desenvolvimento X, com *widgets* OSF/Motif [3].

¹ Equipamentos de permuta de calor, em que os gases quentes resultantes da combustão de um combustível cedem calor, através de uma parede metálica, a um fluido a aquecer, que por sua vez origina a formação de vapor [5].



5.1. Análise de tarefas

Após o estudo e indicação das várias tarefas afectas ao sistema de controlo, fica implicitamente definido o conjunto de tarefas associadas ao seu operador. É do sucesso desta análise que dependerá em grande parte a validade da interface. Assim, para as tarefas de comando e parametrização, deve ser possível ao operador (a menos que haja restrições de acesso):

- alterar os atributos dos actuadores existentes na central térmica, bem como os das malhas de controlo;
- alterar sequências automáticas de acções a desenvolver pelo sistema de controlo;
- aceder a informação relevante do processo, passado ou presente, e até em termos de previsões para o futuro.

Na maior parte do tempo, o operador monitoriza o processo por excepção, isto é, o operador toma conhecimento de desvios em regimes de funcionamento previamente definidos, determina as razões associadas, e toma as decisões de controlo que entender convenientes. Deste modo, o operador tem de tomar conhecimento:

- das alterações espontâneas que surjam no processo, não só dos parâmetros de funcionamento normal, mas também dos que se desviam do regime normal de funcionamento pré-estabelecido;
- das condições associadas às situações de alarme;
- do regime normal de funcionamento;
- do estado de processos cujo comportamento é faseado em etapas.

5.2. Conteúdo da informação

A informação acessível ao operador, devidamente processada, é sujeita a uma selecção criteriosa, em função dos vários contextos. A sua organização assenta sobretudo numa estrutura hierárquica, que reflete a decomposição decorrente do estudo do funcionamento da

central térmica de vapor. Nessa estrutura, é de realçar o facto de os elementos finais de controlo – sensores, actuadores e malhas de controlo – poderem ser integrados em qualquer um dos níveis hierárquicos estabelecidos.

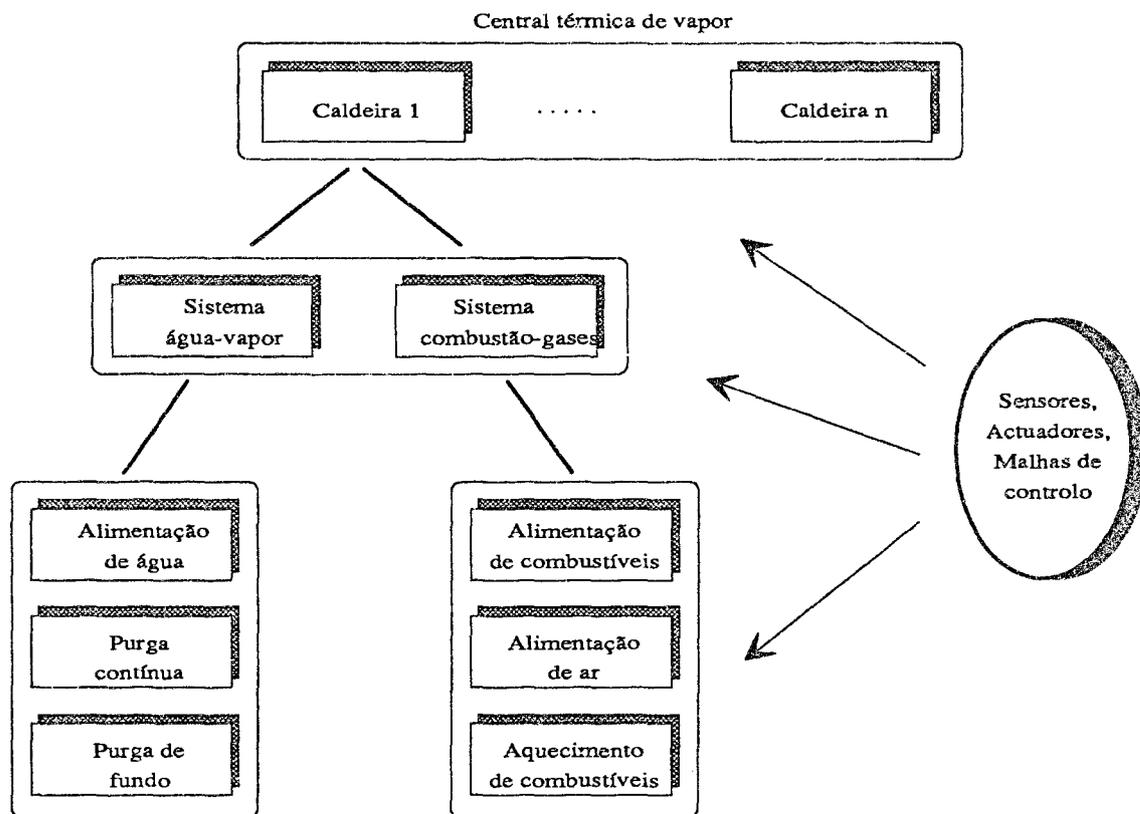


Figura 1 – Hierarquia de informação do funcionamento da central térmica [3]

5.3. Diálogo

A interacção operador-computador é naturalmente entendida não numa perspectiva de submissão de qualquer um dos intervenientes, mas sim de cooperação. O operador deve desencadear as opções de controlo que entender serem as melhores, mas o sistema deve controlar as suas acções; o diálogo deve ser pois, cooperante, seguro e confortável.

Em termos de mecanismos de diálogo, a presente interface comporta a *linguagem de comandos*, e a *manipulação directa de objectos*. A linguagem de comandos assume um papel relevante em controlo industrial; a invocação de determinados comandos pode suscitar acções de consequências eventualmente nefastas. Nestes casos, a introdução de comandos via teclado pode suscitar-lhe uma maior atenção e precaução. Também, e com pouco tempo de aprendizagem, o acesso aos vários níveis hierárquicos da informação é tão cómodo (ou mais) se realizado através do teclado com um código de referência, ou se realizado através dos menus clássicos.

A utilização de toolkits determina como é óbvio, o tipo de interacção subjacente aos menus. Apenas é de registar o facto de que uma opção não disponível momentaneamente deve ser mantida no menu, embora inibida de reagir. Tudo isto porque a sua eventual supressão quebraria o modelo mental associado à distribuição espacial nos menus.

5.4. Forma da informação

Finalmente, é chegado o estágio em que a interface se torna visível. Em termos funcionais, foram retiradas à janela da aplicação gráfica a maior parte das propriedades clássicas afectas a janelas X, tais como: mover, alterar dimensões, minimizar ou maximizar o seu tamanho, e terminar a aplicação. Apenas existe a opção que permite colocar a janela no fim da pilha de janelas do sistema, e que funciona como mecanismo de controlo por excepção.

Organização espacial da interface

Após o levantamento das várias funcionalidades exigidas à interface, concluiu-se que a interface deveria conter os seguintes espaços físicos distintos:

- área de menus;
- área de entrada de comandos alfanuméricos;
- área de trabalho – onde pode ser visualizado o funcionamento do processo industrial (normalmente através de diagramas sinópticos), ou informação complementar (sob a forma de relatórios e/ou gráficos). Esta área tem o maior espaço possível.



- área de apresentação de mensagens do sistema – de resposta a comandos do operador, ou ainda mensagens informativas associadas ao funcionamento do processo industrial;
- área de informação relacionada com eventos críticos;
- área de visualização da data e da hora;
- área de visualização do nome da aplicação, e ainda o logotipo.

Estas áreas foram submetidas a uma associação lógica. A solução preconizada tem em conta também a existência de algumas condicionantes, nomeadamente a exiguidade do espaço físico e a necessidade de legibilidade na informação. É ainda visível a preocupação em estabelecer uma certa rigidez espacial para a interface, não se encorajando a proliferação de janelas no ecrã. A figura 2 parece-nos elucidativa.

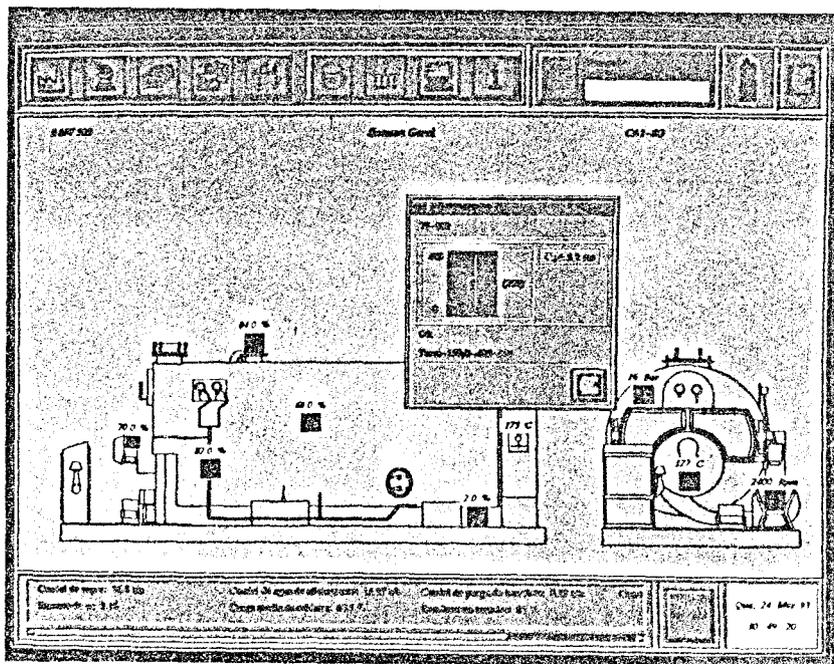


Figura 2 – Organização espacial da interface

Tipos de letras – Na sequência de princípios enunciados, os aspectos de ortografia têm como base o bom senso na busca de legibilidade para a informação. É utilizado um único tipo de letra (Adobe-Times, standard do sistema X), dois estilos de letra – romano e itálico, ambos normais (não carregado), e por fim, dois tamanhos de letra – 14 e 17 pt.

Para além de aspectos de ordem estética, pretendeu-se não só incrementar a legibilidade da informação em termos autónomos, como também facilitar a distinção entre os vários elementos de informação.

Letra	Elementos de informação
<i>Times, itálico, 14 pt.</i>	Informação descritiva (geral).
Times, romano, 14 pt.	Informação com nível de pormenor mais acentuado, como por exemplo, painéis associados aos sensores, actuadores e malhas de controlo (passíveis de movimento); relatórios; mensagens do sistema.
<i>Times, itálico, 17 pt.</i>	Títulos principais.
Times, romano, 17 pt.	Informação de comando: entrada de informação alfanumérica, e opções de menus.

Tabela 2 – Ortografia utilizada

Cores – Embora o sistema X forneça soluções standard, entendeu-se ser preferível criar um conjunto de cores interno à aplicação, por forma a garantir uma utilização mais fidedigna. Entre outros aspectos, pretendia-se criar uma escala de cores contínua para caracterização do comportamento de determinadas(os) variáveis e/ou acessórios: [verde (segurança) .. amarelo (precaução) .. vermelho (perigo)].

Atendendo a que o modelo RGB apresenta vários problemas ao nível de intuição da cor, optou-se pelo modelo HLS, que é bastante mais intuitivo. Para a situação referida, é feita uma interpolação de cores com $L=0.5$ (cores puras), $S=0.9$ (diferente de 1 para evitar cores

muito brilhantes) e variando H no intervalo [240° (verde) .. 180° (amarelo) .. 120° (vermelho)].

Descrição de algumas áreas

Menus – Houve uma preocupação em realçar as divisões lógicas no seio dos menus. Nos menus tipo *pull-down*, a escrita das opções apresenta um alinhamento à esquerda, com a primeira letra em maiúscula. Algumas destas opções – as mais frequentes – podem ser activadas através de combinações de teclas.

Entrada de comandos alfanuméricos – Nesta área são visíveis três sub-áreas: a área afecta ao texto de *prompt* do sistema, a área para escrita de comandos pelo operador, e ainda um espaço para um botão que permite accionar uma caixa de diálogo contendo o historial dos últimos comandos invocados. Para a entrada de comandos, que basicamente são comandos destinados a apresentar diagramas sinópticos na área de trabalho, o sistema recorre a um campo de texto com potencialidades de edição. Não deixa de ser interessante assinalar que a repetição de comandos em controlo industrial é bastante frequente.

Área de trabalho (diagramas sinópticos) – Os diagramas sinópticos têm como objectivo permitir ao operador um reconhecimento a compreensão dos vários processos. A sua composição é baseada nos seguintes elementos: expressões identificando o diagrama sinóptico (título, sub-título, código de acesso alfanumérico), uma imagem gráfica bidimensional – denotando o sistema físico em causa – e objectos gráficos (sensores, actuadores e malhas de controlo), sobre os quais o operador pode actuar .

A *imagem gráfica 2D* é constituída por segmentos de recta e arcos, e grosso modo é o resultado de desenhos técnicos associados ao sistema.

Os *objectos gráficos* são constituídos por um símbolo – um *bitmap* de acordo com a norma DIN 2429 – e uma expressão colocada sobre esse símbolo, indicando o seu estado ou valor e unidade associados. Estes elementos têm uma actualização constante (em rigor, com uma cadência temporal), e onde a cor associada ao símbolo caracteriza o comportamento do objecto. Por questões de coerência e funcionalidade, os objectos gráficos apresentam uma estrutura organizativa semelhante. Eles são divididos em cinco tipos: sensores, de estado ou de variação contínua, actuadores, de estado ou de variação contínua, e malhas de controlo.

Ao operador é possível exercer dois tipos de acção: armar ou activar o símbolo. Se armar o símbolo, terá acesso a mais informação sobre o objecto. Se o activar, este deixa de ser sensível às acções do operador, inverte as suas cores, e é activado um painel contendo informação ainda mais detalhada. É através destes painéis que o operador tem oportunidade de exercer acções de comando e parametrização, alterando estados, valores, modos de controlo, etc.

Mensagens do sistema – Esta área é destinada à inscrição de mensagens informativas para o operador. Elas resultam não só da necessidade de ter de existir um mecanismo de suporte aos diálogos (respostas de acções, mensagens de erros, etc.), como também na necessidade de complementar a informação disponível na área de trabalho.

Eventos críticos – A área de eventos críticos visa informar imediatamente o operador de situações de excepção, o que lhe confere uma importância vital. Quando ocorre uma situação de alarme, é incluída nesta área um botão indicador do facto. Esse botão apresenta uma cor de fundo representando a importância e prioridade do evento – normalmente vermelho (a outra hipótese é laranja) – podendo ainda apresentar um efeito visual tipo "acender/apagar". O operador após visualizar o alarme, deve indicar ao sistema que teve conhecimento da ocorrência, activando o respectivo botão. Isso irá "adormecer" o botão, que passa a apresentar a cor amarela (de "atenção"), mas, importante, não desaparece. Tal só acontece quando as causas que estiveram na origem do alarme deixarem de existir. Se volvidos alguns instantes ainda subsistirem essas causas, o processo volta a repetir-se.

Definição dos diagramas sinópticos

Na definição dos diagramas sinópticos, procurou-se encontrar uma solução flexibilizante, isto é, que permitisse alterar e/ou acrescentar informação de uma forma simples e prática, e sem obrigar a grandes alterações na estrutura de software. Essa flexibilidade conduziu à utilização de ficheiros ASCII onde, para cada diagrama sinóptico, se define a figura gráfica 2D e os objectos gráficos.

Para estes últimos, e para além das entidades lógicas de controlo, são definidos os correspondentes objectos físicos da central térmica. Existe pois uma divisão clara entre objecto enquanto elemento gráfico da interface, e objecto enquanto componente da central térmica. É a separação das componentes interactiva e computacional, um princípio



importante, embora difícil de seguir [10]. Em consequência, e embora fosse tecnicamente possível, nenhum dos *widgets* afectos aos objectos da interface são utilizados para guardar informação de controlo. Essa informação encontra-se em estruturas de dados próprias, comunicantes com a base de dados do sistema. Aliás, de outra forma não poderia ser já que, um componente físico da central térmica pode pertencer a mais do que um diagrama sinóptico.

Estiveram ainda em estudo outras hipóteses de representação do sistema físico, como por exemplo imagens *pinmap* obtidas por *scanner*, ou ainda o desenho tridimensional, com ou sem sombreamento. Na primeira hipótese, o esforço de memória era incomportável, atendendo à dimensão da área de trabalho. Note-se que a interface está associada a uma aplicação de controlo em tempo real. A segunda hipótese era tecnicamente impossível dada as limitações de desenho do sistema X (as novas extensões não estavam acessíveis). De qualquer forma, estas hipóteses preteridas nunca poderiam oferecer uma legibilidade de informação como a da solução encontrada: a imagem ficaria sobrecarregada e os objectos "com vida" veriam o seu realce diminuído.

6. Conclusões

O desenvolvimento de uma interface gráfica deve atender a factores de ordem cognitiva e perceptiva associados ao ser humano. Por outro lado, também é determinante a especificidade do campo a que as interfaces se destinam. Ainda mais no caso de uma interface gráfica para controlo industrial, cuja especificidade é notória se comparada com outros tipos de interface.

Um projectista que pretenda conceber uma interface para controlo industrial, para além do conhecimento que deve ter de princípios gerais, deve possuir uma forte sensibilidade da área em apreço. No exemplo apresentado, as pessoas envolvidas no desenvolvimento da interface gráfica acompanharam desde o início a estruturação de todo o sistema de controlo, mantendo inclusive vários contactos com operadores de sistemas vigentes. A solução encontrada – simples – preconiza a utilização de janelas gráficas, sem flexibilidade em termos de dimensão espacial. Não é encorajada a proliferação de janelas no ecrã.

7. Referências Bibliográficas

[1] Aaron Marcus, N. Gregory Galle, Grant Letz, <<Graphical Design for Graphical User Interfaces>> in ACM/SIGGRAPH-92, *Tutorial Notes*, Chicago, Illinois, 27 July 1992.

[2] Michel Beaudoin-Lafon, <<User Interface Management Systems: Present and Future>>, in Eurographics'91, Technical Report Series, *State of the Art Reports*, 1991, pp. 209-233.

[3] Adriano M. Lopes, *Controlo e Supervisão de uma Central Térmica de Vapor – A Interface Humana*, Dissertação de Mestrado, Coimbra, 1993.

[4] C. Marlin "Lin" Brown, *Human-Computer Interface Design Guidelines*, New Jersey, Ablex Publishing Corporation, 1988.

[5] Filipe J. Mendes Juanico, *Geradores de Calor*, Porto, Ecemei Lda, 1991.

[6] Francisco J. Cardoso, *A Distributed System for Laboratory Process Automation*, Dissertação de Doutoramento, Manchester, 1988.

[7] Frank Jovic, *Process Control Systems - Principles of Design and Operation*, Kogan Page Ltd., 1986.

[8] Len Bass, Joelle Coutaz, *Developing Software for the User Interface*, The SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

[9] M. Green, <<A Survey of Three Dialogue Models>>, *ACM Transactions on Graphics*, vol. 5, nº 3, July 1986.

[10] M. Martins, J. Almeida, P. Henriques, <<Mecanismos para Especificação e Prototipagem de Interfaces Utilizador-Sistema>>, in *3º Encontro Português de Computação Gráfica*, Coimbra, Outubro 1990.

[11] G. E. Krasner, S. T. Pope, <<A Cookbook for Using Model-View-Controller User Interface Paradigm in Smalltalk-80>>, *Journal of Object Oriented Programming*, August/Setember 1988, pp. 26-49.

[12] J. Coutaz, <<PAC, an Implementation Model for Dialogue Design>>, in *Interact '87*, Stuttgart, Setember 1987, pp. 431-436.

