

Índice

3 - A Automação e Gestão de Edifícios	3.1
3.1 - A Evolução dos Sistemas de Automação de Edifícios	3.1
3.1.1 - A "Pré-História"	3.1
3.1.2 - Automatização Local.....	3.2
3.1.3 - Sistemas Centralizados	3.2
Sistema central único.....	3.2
Sistemas centrais especializados	3.3
3.1.4 - Sistemas Distribuídos Hierárquicos	3.3
3.1.5 - Sistemas Integrados	3.6
3.2 - Análise das Soluções de Integração Actuais.....	3.8
3.2.1 - Exemplos de Sistemas e Realizações Recentes.....	3.8
O sistema Metasys	3.8
O sistema AppelNet.....	3.10
O sistema Delta XO Plus	3.12
O sistema SEIS	3.14
3.2.2 - Principais Problemas das Soluções de Integração Actuais	3.17
Solução fabricante único	3.17
Integração feita à medida.....	3.18
Integração por imposição contratual.....	3.20
3.3 - Tendências de Evolução das Soluções de Integração	3.21
3.3.1 - Soluções de Integração Abrangentes	3.21
Soluções baseadas em PPCA digitais	3.21
Soluções baseadas em RDIS.....	3.23
Soluções baseadas em redes de banda larga.....	3.24
Os sistemas de cablagem estruturada	3.25
3.3.2 - O Panorama Actual e Principais Problemas	3.27
A interligação física dos sistemas.....	3.28
O suporte ao diálogo entre sistemas	3.29
A interoperação entre sistemas	3.31
3.4 - A Necessidade de Meios de Integração Flexíveis	3.33

3.4.1 - A Procura da Integração: Principais Tendências e Problemas.....	3.33
3.4.2 - Reflexão Sobre as Principais Soluções de Integração.....	3.35
Solução fabricante único	3.35
Integração por imposição contratual	3.36
Integração feita à medida.....	3.37
Meios de integração flexíveis.....	3.39

Índice de Figuras

Figura 3.1 - Evolução dos sistemas de automação de edifícios	3.4
Figura 3.2 - O sistema Metasys da Johnson Controls.....	3.9
Figura 3.3 - O sistema AppelNet da Appel	3.11
Figura 3.4 - O sistema Delta XO Plus da Honeywell	3.13
Figura 3.5 - O sistema SEIS	3.15
Figura 3.6 - Solução de integração com base num PPCA digital	3.22
Figura 3.7 - Solução de integração com base numa rede de grande largura de banda.....	3.24
Figura 3.8 - Estrutura típica de um sistema de cablagem estruturada	3.26

3 - A Automação e Gestão de Edifícios

Neste capítulo é descrita a evolução dos sistemas de automação de edifícios e são abordadas as principais soluções de integração disponíveis actualmente. São apontados exemplos concretos e são descritas as suas principais vantagens e desvantagens.

Em seguida são analisadas as tendências de evolução das soluções de integração, sendo descrito o panorama actual e identificados os principais problemas existentes.

Finalmente, são tecidas considerações sobre as diversas formas possíveis de atingir a integração, sendo apontado, como a melhor alternativa, o recurso a meios de integração flexíveis.

3.1 - A Evolução dos Sistemas de Automação de Edifícios

Nesta secção descrevem-se as principais fases na evolução da automação dos edifícios. Abordam-se essencialmente aspectos relacionados com a tecnologia e a arquitectura dos sistemas.

3.1.1 - A "Pré-História"

Desde que as habitações e os edifícios existem que o homem sentiu necessidade de exercer algum controlo sobre esses espaços. Nesta perspectiva, podem-se apontar as janelas como os primeiros e mais elementares meios de controlo dos fluxos de ar e de temperatura nas áreas interiores. De igual modo, portadas, persianas e estores podem também ser considerados meios básicos de regulação da intensidade luminosa e, indirectamente, da temperatura. As lareiras e as caldeiras foram dos primeiros meios a serem usados para aquecimento.

Embora não tão antigos, os interruptores de iluminação merecem também uma referência particular como formas primitivas de comando à distância de fontes de luz.

Não obstante os elementos indicados poderem ser considerados rudimentares face à tecnologia actual, eles constituem ainda hoje formas fundamentais de controlo na generalidade das habitações e dos edifícios. Como tal, eles não devem ser menosprezados, e as razões do seu sucesso merecem a nossa reflexão.

Para além da sua eficácia e simplicidade, uma grande vantagem que estes elementos básicos de controlo oferecem é a possibilidade de cada pessoa poder de alguma forma actuar sobre o seu ambiente de trabalho (ou local de estar, no caso das habitações), modificando-o a seu gosto e maximizando, na medida do possível, o seu conforto.

Como característica comum aos elementos referidos aponta-se a ausência de quaisquer formas de automatização, sendo a sua actuação puramente manual.

3.1.2 - Automação Local

À medida que a tecnologia foi evoluindo, foram sendo introduzidos nos edifícios equipamentos mais complexos que necessitavam de algum grau de automação. Para os controlar foram usados inicialmente dois tipos básicos de elementos: os termostatos e os relés.

Nos anos 60 era comum existirem equipamentos localizados em diversos pontos do edifício, cada um com os seus sistemas de protecção e pequenos automatismos (à base de quadros de relés). A supervisão e manutenção era realizada por pessoal especializado que necessitava deslocar-se de local para local para examinar os diversos equipamentos e identificar possíveis problemas ou anomalias.

Com a evolução tecnológica, a automação com base em componentes electromecânicos deu lugar ao uso cada vez mais frequente de dispositivos electrónicos. No entanto, a forma básica como o controlo era realizado continuava a basear-se no modo como os diversos componentes eram interligados, o que se designa por controlo por lógica cablada (*Wired Logic Control - WLC*).

Os relés e os termostatos estão ainda bem presentes no nosso quotidiano. A título de exemplo, poder-se-á salientar o uso de relés temporizados para controlar a iluminação de escadas e corredores, o uso de relés em tarefas de automação de que se destaca, em particular, o controlo de elevadores ainda comum nos modelos mais antigos, e o uso dos termostatos nas mais diversas aplicações que podem ir desde o controlo de caldeiras e sistemas de refrigeração até à simples automação de aquecedores eléctricos individuais.

3.1.3 - Sistemas Centralizados

Nos anos 70, com a crescente divulgação dos sistemas electrónicos e dos sistemas baseados em microprocessadores, a automação dos edifícios avança para um novo estágio.

Sistema central único

Surgem os sistemas centralizados em que, num único ponto, era possível saber o estado dos equipamentos do edifício e exercer controlo sobre eles.

Estes sistemas possuem uma massa intrincada de cabos que interligam os sensores e os actuadores a uma unidade de controlo. Esta é, normalmente, constituída por um módulo de processamento e por vários módulos de entrada/saída. O módulo de processamento faz uso de um microprocessador, o qual era habitualmente programado na correspondente linguagem *Assembly*.

O grau de autonomia/decisão destes sistemas é reduzido, sendo comum a existência de grandes painéis sinópticos e a presença de pessoal especializado que assegura a supervisão das instalações. Se o sistema detecta desvios relativamente ao que se encontra parametrizado são activados alarmes, cabendo a tomada de decisões aos operadores humanos.

Sistemas centrais especializados

As funções de automatização aumentam e diversificam-se, em consonância com a maior complexidade dos elementos controlados e para satisfazer novas necessidades.

O passo seguinte da evolução conduziu à diversificação e especialização das funções dos sistemas. Surgem assim os sistemas que controlam os quadros de baixa tensão e que monitorizam consumos, os sistemas que fazem detecção de incêndio, os sistemas que controlam os equipamentos de climatização, etc.

Os sistemas continuam a possuir uma arquitectura centralizada, com utilização maciça de cabos a interligar os vários sensores e actuadores à respectiva unidade de controlo, e estão completamente isolados uns dos outros (ver figura 3.1 A). Com frequência os sistemas são de fabricantes distintos, são incompatíveis, usam linguagens de programação diferentes, não prevêm quaisquer mecanismos de troca de informação entre si e cada sistema possui os seus sensores e actuadores e a sua consola de controlo (com formas de interacção específicas), obrigando em geral à existência de pessoal qualificado dedicado a cada sistema.

3.1.4 - Sistemas Distribuídos Hierárquicos

Nos fins da década de 70 assiste-se à introdução generalizada dos autómatos programáveis na automação de edifícios. Este passo foi consequência da grande evolução ocorrida nos autómatos programáveis usados no controlo de processos industriais.

Foi também esta evolução que deu origem a progressos nas arquitecturas de sistema. De arquitecturas puramente centralizadas evoluiu-se para arquitecturas distribuídas com controlo hierárquico (ver figura 3.1 B).

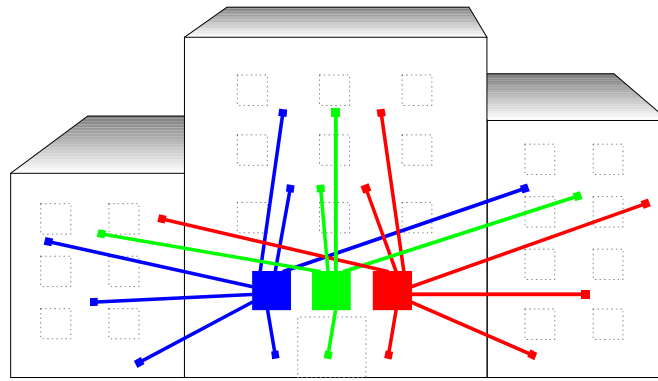
Este tipo de arquitectura permite poupanças significativas ao nível da cablagem e introduz o processamento local, isto é, processamento realizado por um equipamento periférico¹ que está associado a um conjunto específico de actuadores e/ou sensores e que está localizado na proximidade destes.

O controlo realizado por lógica cablada (WLC) cai em desuso dando lugar à generalização do controlo por lógica programável (*Programmable Logic Control - PLC*).

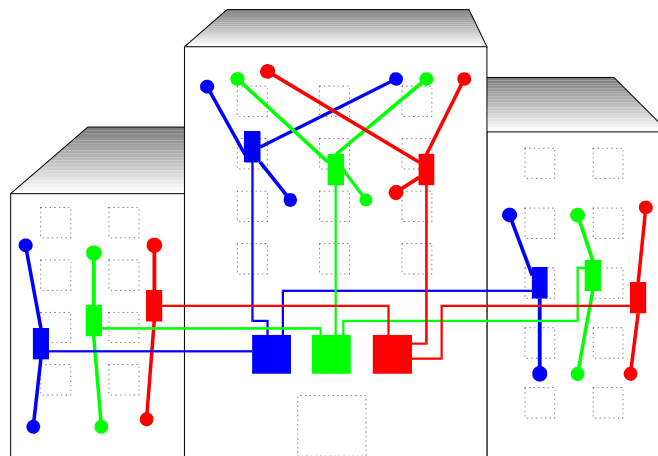
¹ Ao longo da presente tese será usada a designação *Equipamento Periférico* para identificar equipamentos com as seguintes características: estão associados a determinados sensores e/ou actuadores e, normalmente, estão localizados próximos destes, possuindo ainda capacidade de processamento local para a realização de tarefas bem definidas, as quais são habitualmente supervisionadas por outro equipamento.

Os equipamentos periféricos recorrem tipicamente ao uso de microprocessadores e podem corresponder a autómatos programáveis (PLC) ou a equipamentos específicos. Como exemplos, podem-se apontar equipamentos de regulação de intensidade luminosa, consolas de controlo de acessos, reguladores de velocidade de motores, controladores de ventiloconvectores, etc.

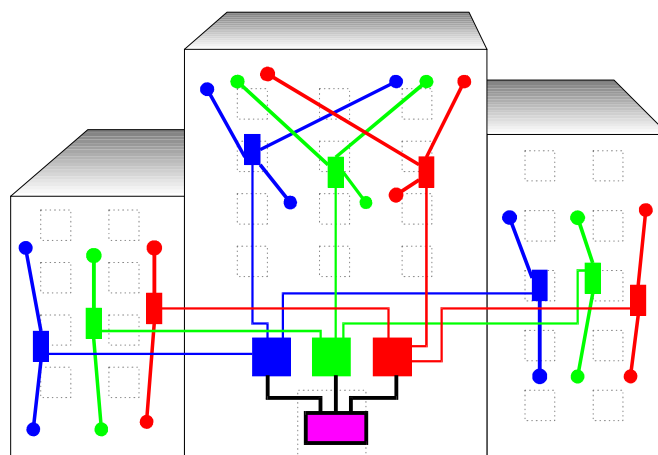
Na literatura inglesa este tipo de equipamento é normalmente designado *Field Equipment* ou *Field Processing Unit*.



A - Sistemas centralizados isolados



B - Sistemas distribuídos hierárquicos



C - Sistemas integrados

Figura 3.1 - Evolução dos sistemas de automação de edifícios

Nas arquitecturas distribuídas hierárquicas é comum encontrar uma estrutura com três níveis de controlo. O primeiro nível corresponde aos equipamentos periféricos, aos quais estão ligados os sensores e os actuadores. O segundo nível é constituído por concentradores intermediários que gerem diversos equipamentos periféricos. Os concentradores respondem perante a unidade de controlo, a qual representa o terceiro nível e permite interactivar com o operador.

É também frequente encontrar estruturas com apenas dois níveis de controlo. Nestas, os dispositivos concentradores não existem, estando os equipamentos periféricos interligados directamente à unidade de controlo central através de redes de comunicação.

A década de 80 caracteriza-se, então, por um progresso significativo a nível de cada sistema, destacando-se os seguintes aspectos:

- redução de cablagens;
- capacidade de processamento local;
- maior confiabilidade (isso deve-se, por um lado, à maior confiabilidade de cada equipamento de *per si* e, por outro lado, ao facto de a arquitectura evitar que uma falha num único componente possa colocar todo o sistema inoperacional);
- maior capacidade de controlo (quer a nível do número de pontos controlados, quer a nível das funções desempenhadas, dos algoritmos usados e da rapidez de execução);
- maior capacidade computacional (casos há em que as unidades de controlo centrais são constituídas por microcomputadores ou mesmo minicomputadores, o que permite uma melhor capacidade de tratamento dos dados, tornando mais fácil obter informação útil e permitindo melhores níveis de gestão);
- maior flexibilidade;
- novas formas mais simples e poderosas de programação;
- melhores capacidades de interacção com o utilizador (de referir, em particular, a generalização das interfaces gráficas);
- melhor relação funcionalidade/custo.

A designação *Gestão Técnica Centralizada* é introduzida nesta década. Ela está associada à automação das instalações técnicas dos edifícios, sendo as principais áreas de intervenção as seguintes:

- Instalação eléctrica e sistemas mecânicos (transformadores, quadros de baixa tensão, electrobombas, compressores);
- Conforto (climatização, iluminação);
- Gestão energética (monitorização de consumos, controlo de ponta, controlo horário de cargas, deslastragens controladas);
- Protecção (detecção de incêndio, inundação, gases tóxicos);
- Segurança (controlo de acessos, detecção de intrusão, vigilância);
- Manutenção.

Não obstante as suas vantagens, razão pela qual a maioria dos sistemas que estão instalados actualmente são deste tipo, mantém-se o problema da falta de comunicação entre cada sistema específico e a incapacidade de cooperarem entre si (excepções a esta regra ocorrem normalmente quando todos os sistemas são do mesmo fabricante).

À medida que a década de 80 avança, a necessidade de integração dos sistemas torna-se cada vez mais patente. Os utilizadores passam a estar conscientes da sua falta, em parte pela divulgação das ideias e conceitos associados aos Edifícios Inteligentes mas, sobretudo, pela vivência no dia a dia com os sistemas, constatando as suas deficiências, as duplicações de funções, a má gestão dos recursos, e antevendo o que se poderia beneficiar se os sistemas pudessem cooperar entre si².

3.1.5 - Sistemas Integrados

A necessidade de colmatar a falta de integração dos sistemas de automação de edifícios dá origem, ainda na década de 80, ao aparecimento de um tipo de solução que é a mais comum actualmente.

Essa solução consiste na introdução de um equipamento, que corresponde a um nível adicional de controlo, destinado a supervisionar e coordenar os vários sistemas específicos de automação do edifício (ver figura 3.1 C). É aqui, no topo da pirâmide da hierarquia de controlo, que a integração tem lugar. Esse equipamento gere a troca de informação entre os vários sistemas e concentra a tomada de decisões. Esta solução oferece também a vantagem de os operadores poderem aceder a qualquer dos sistemas através de uma interface única.

Este tipo de arquitectura é também o mais comum quando se está perante instalações com produtos de um único fabricante. A título ilustrativo, mencionam-se os sistemas SICLIMAT da Siemens [koch88], SDC 8001 da Johnson Controls [joco88] [joco87], GTB 7 da Telemecanique [tele89a], VISONIK da Landis & Gyr [lagy89] e Excel 5000 / DeltaNet da Honeywell [hone90] [hone91].

Estes sistemas datam do fim da década de 80 e seguem o tipo de arquitectura referido, em que sistemas específicos que controlam, por exemplo, os equipamentos de AVAC³, a instalação eléctrica de baixa tensão e elementos electromecânicos, a detecção de incêndio, a iluminação, o controlo de acessos, etc, são interligados a um equipamento central que permite interactuar com todos eles a partir de um único ponto, possibilitando uma gestão global. O equipamento central pode variar desde autómatos programáveis de grande capacidade até minicomputadores, passando por computadores pessoais (na generalidade, IBM-PC compatíveis).

² Exemplo: Porquê instalar sensores de presença associados ao sistema de iluminação para assegurar que as luzes se apagam quando não existe ninguém numa sala, e instalar sensores semelhantes associados ao sistema de protecção para detectar um intruso? Seria por certo mais inteligente não replicar os sensores e partilhá-los pelos dois sistemas!

³ AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (*HVAC - Heat, Ventilation and Air Conditioning*).

A generalidade dos sistemas mais recentes⁴ segue exactamente o mesmo tipo de arquitectura. Isso deve-se, por um lado, ao facto do tipo de solução descrito constituir uma extensão óbvia das arquitecturas distribuídas com controlo hierárquico e permitir uma compatibilização com linhas de produtos já existentes. Por outro lado, as arquitecturas distribuídas hierárquicas são fáceis de entender e de desenvolver, e oferecem um elevado grau de modularidade e de flexibilidade que são essenciais para satisfazer à multiplicidade de requisitos de capacidade (número de pontos a controlar) e de funções a desempenhar na automação de edifícios.

Convirá notar que, embora existam soluções de razoável generalidade e flexibilidade quando estamos perante produtos de um único fabricante, tudo muda de figura quando em presença de produtos de fabricantes distintos. Embora a filosofia de integração típica seja a já indicada, a sua realização (quando possível) peca por ser específica, o que se traduz normalmente em inflexibilidade e incapacidade de evoluir e de se adaptar a novas situações e a novas necessidades.

Situações em que equipamentos de fabricantes distintos são compatíveis (por exemplo, usam a mesma linguagem de programação, o mesmo tipo de rede de comunicação ou os mesmos protocolos) são raras.

Na década de 80 não se assistiu apenas à evolução dos sistemas de automação de edifícios. Observaram-se também desenvolvimentos significativos nas áreas das telecomunicações, do processamento de informação e da comunicação de dados, que deram origem a novos sistemas e funções que passaram a desempenhar um papel cada vez mais significativo na actividade das organizações. Porém o desenvolvimento desses sistemas, e a sua utilização, foram feitos de forma independente e desligada da automação de edifícios. Esse facto, aliado por vezes à diferente tecnologia envolvida, deram origem a que o edifício passasse a abrigar múltiplos sistemas, isolados uns dos outros.

Indicam-se de seguida as áreas de intervenção mais típicas, particularmente no que se refere aos edifícios do sector terciário:

- Automação do Edifício;
- Telecomunicações (por exemplo, PPCA⁵ digitais com comutação de voz e dados, servidores de telex, servidores de fax);
- Escritório Electrónico (incluindo, por exemplo, processamento de texto, arquivo de informação, correio electrónico, aplicações de automatização de procedimentos administrativos);
- Sistemas de Informação (aplicações e bases de dados relacionadas com a actividade das organizações, processamento de vencimentos, etc);
- Redes de Dados (gestão de redes, gestão de cablagens).

⁴ Na sub-secção 3.2.1 são apresentados alguns exemplos de sistemas actuais.

⁵ PPCA - Posto Privado de Comutação Automática (*PABX - Private Automatic Branch Exchange*).

O panorama indicado, em que o edifício é o receptáculo de ilhas de automatização isoladas, cada uma com a sua especialidade, continua ainda hoje a ser o mais comum, o que contraria claramente os conceitos de edifício inteligente.

3.2 - Análise das Soluções de Integração Actuais

A tecnologia de automação de edifícios percorreu um longo caminho nas últimas décadas, como foi visto na secção anterior. Nesta secção descrevem-se as principais características de diversos sistemas recentes, sendo dada ênfase à forma como a integração é atingida. São analisadas as vantagens e desvantagens mais significativas das diversas aproximações seguidas e são identificados os principais problemas existentes.

3.2.1 - Exemplos de Sistemas e Realizações Recentes

Como foi focado na secção anterior, os sistemas de automação de edifícios evoluíram no sentido das arquitecturas distribuídas hierárquicas. A distribuição ocorre ao nível das funções realizadas pelos equipamentos periféricos e equipamentos de controlo intermédio; a hierarquia observa-se ao nível do controlo e da supervisão.

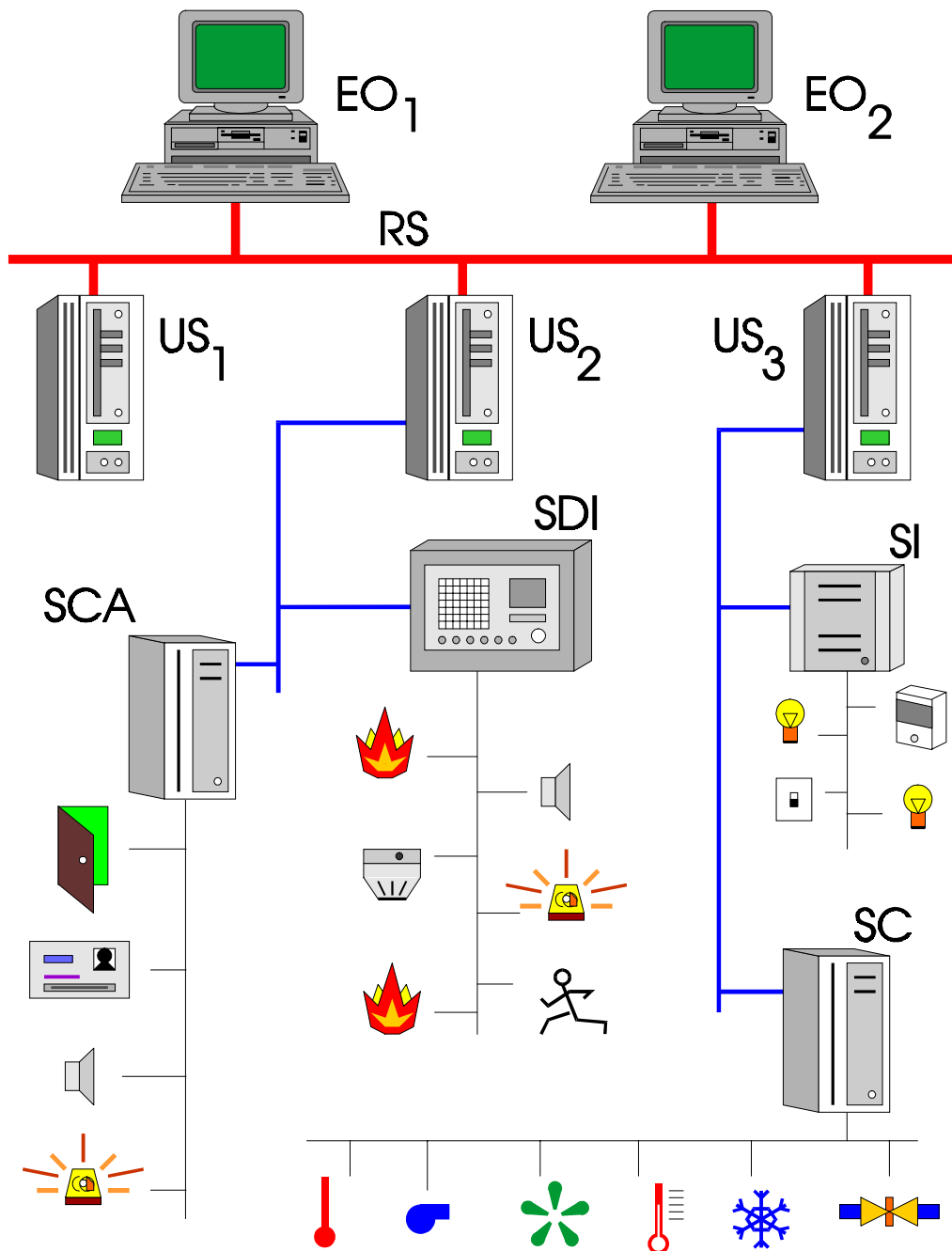
Foi também referido que a solução típica para o problema da integração se baseia numa extensão dessa mesma arquitectura. Assim, é introduzido um nível adicional na hierarquia de controlo onde têm lugar as funções de coordenação, supervisão e interacção com os operadores.

Nesta secção descrevem-se muito sucintamente quatro sistemas recentes. Como se verificará, todos eles possuem um denominador comum em termos de arquitectura que está de acordo com o que foi referido. No entanto, cada sistema possui as suas particularidades que lhes conferem características específicas e que os individualizam.

Para uma descrição de alguns edifícios e das características dos respectivos sistemas de automação sugere-se a consulta das referências [coel87], [coel89], [dmil89], [tele91], [wash92], [news92], [utto91], [hone93] e [lucc92].

O sistema Metasys

O sistema Metasys da Johnson Controls [joco93] é aquele (de entre os que irão ser focados) que mais claramente reflecte a arquitectura distribuída hierárquica, apresentando-se como uma evolução de linhas de produtos especializados em que a integração não tinha lugar (ver figura 3.2).



Legenda:

EO - Estação de Operador

US - Unidade de Supervisão

SDI - Sistema de Detecção de Incêndio

SC - Sistema de Climatização (AVAC)

RS - Rede de Supervisão

SCA - Sistema de Controlo de Acessos

SI - Sistema de Iluminação

Nota: Os restantes símbolos correspondem a equipamentos periféricos com funções específicas e respectivos sensores e actuadores.

Figura 3.2 - O sistema Metasys da Johnson Controls

Como se pode observar na figura 3.2, o sistema Metasys abarca diversas áreas, estando representadas as seguintes:

- AVAC;
- Detecção de Incêndio;
- Controlo de Acessos;
- Controlo de Iluminação.

Cada área de intervenção corresponde a um sub-sistema que pode funcionar de forma isolada e independente dos restantes. Um sub-sistema é constituído normalmente por um equipamento que desempenha funções de controlo e gestão (por exemplo, SCA, SDI, SI e SC), por um conjunto de equipamentos periféricos com funções específicas e pelos respectivos sensores e actuadores.

Os vários sub-sistemas interligam-se a uma unidade de supervisão global (US1) em que a integração tem lugar. A interligação à US1 é feita recorrendo aos equipamentos US2 e US3, do mesmo tipo de US1, mas cuja função visa fundamentalmente dar acesso à Rede de Supervisão (RS). O recurso a estes equipamentos permite que sejam usados os vários sub-sistemas específicos já disponíveis, que correspondem a linhas de produtos anteriores.

Relativamente a este sistema, convém destacar a Rede de Supervisão (RS) que permite a comunicação entre os diversos sub-sistemas e dá suporte às funções de integração. À rede RS podem ligar-se directamente diversas Estações de Operador (EO), podendo em cada momento estar mais do que uma activa. De destacar ainda a modularidade das Unidades de Supervisão (US) que podem desempenhar múltiplas tarefas.

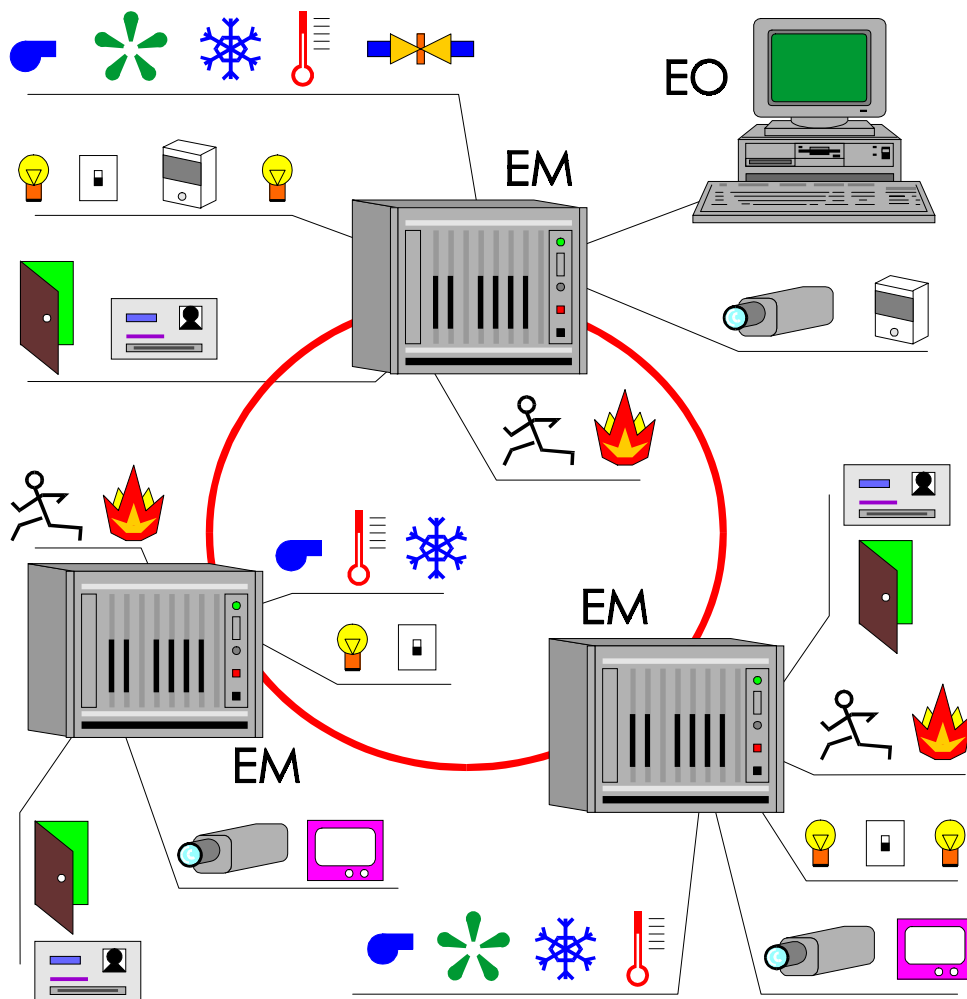
O sistema AppelNet

Se o sistema Metasys ilustra claramente a sua estrutura hierárquica de controlo, o mesmo não se passa com outros sistemas.

No caso do sistema AppelNet da Appel [appe93] existe nitidamente uma maior ênfase na distribuição, perdendo-se a noção de sub-sistema responsável por um conjunto bem determinado de funções (pelo menos em termos de estrutura física).

Como se observa na figura 3.3, este sistema possui uma estrutura alicerçada em Equipamentos Multiserviço (EM) que se ligam directamente aos diversos equipamentos periféricos associados a diferentes tipos de funções.

Este tipo de arquitectura, que oferece maior flexibilidade, continua no entanto a possuir controlo hierárquico centralizado. Assim, todos os dispositivos de determinado tipo estão em comunicação com um EM particular que os controla. As tarefas de supervisão globais, onde a integração ocorre, são executadas também num EM. As Estações de Operador (EO) podem ser ligadas a qualquer EM, ficando em comunicação com o Equipamento Multiserviço em que as funções de integração se realizam.



Legenda:

- EO - Estação de Operador
- EM - Equipamento Multiserviço

Nota: Os restantes símbolos correspondem a equipamentos periféricos com funções específicas e respectivos sensores e actuadores.

Figura 3.3 - O sistema AppelNet da Appel

A par da sua maior flexibilidade e versatilidade, convém destacar ainda a capacidade do sistema suportar funções multimédia. Assim, informação de audio e video recolhidas por um dado EM podem ser enviadas pela rede de comunicações (após digitalização e compressão) e tornadas acessíveis noutra EM qualquer.

As comunicações são suportadas numa rede de alto débito que usa como meio físico a fibra-óptica.

O sistema Delta XO Plus

O sistema Delta XO Plus da Honeywell surgiu na sequência do contrato conseguido por aquela empresa para a automatização do novo aeroporto de Munique.

O aeroporto de Munique iniciou actividades em Maio de 1992, após cerca de 30 anos de planeamento e 7 anos de construção [hone93]. Os estudos e as soluções postas em prática abrangem aspectos muito diversificados que vão desde questões ambientais (o aeroporto situa-se numa zona verde com lençóis de água a muito pouca profundidade), aos sistemas de controlo aéreo, e passando por aspectos funcionais e logísticos complexos associados ao elevado número de pessoas e quantidade de carga movimentada todos os dias.

Os resultados obtidos levaram a que o aeroporto de Munique fosse considerado, em 1993, como o edifício mais inteligente do mundo, tendo recebido o prémio INTELLEX. Este prémio foi atribuído pela IBIF⁶ durante a conferência Future/Build 93 (Outubro de 1993).

De seguida descrevem-se sucintamente algumas características do sistema Delta XO Plus, usando como exemplo a solução adoptada para o aeroporto de Munique. Informação mais detalhada sobre o aeroporto, cobrindo outras áreas para além da automação e supervisão, pode ser obtida em [utto91] e [hone93]. Um outro exemplo da aplicação do sistema Delta XO Plus pode ser encontrado em [lucc92].

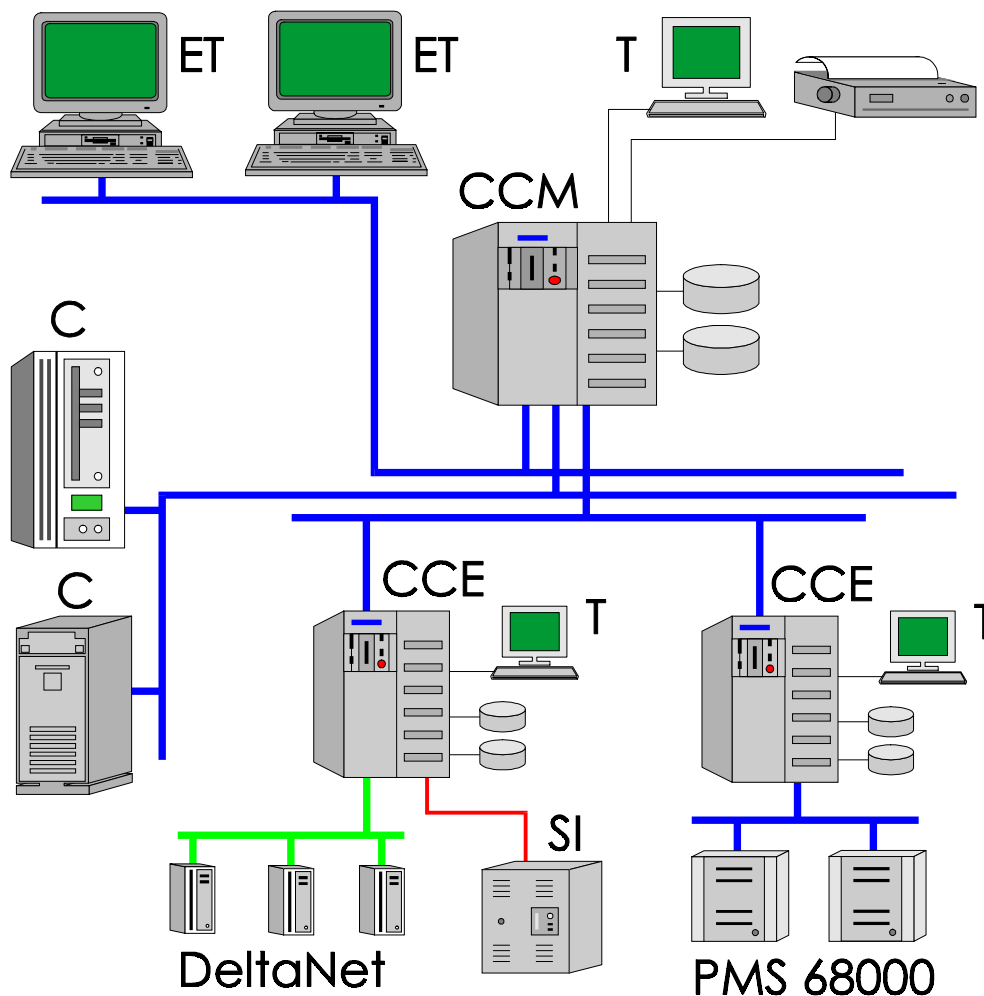
O sistema Delta XO Plus segue também uma arquitectura distribuída com controlo hierárquico, como se pode observar na figura 3.4. As funções de gestão e supervisão globais de todo o complexo estão a cargo de um Computador Central Mestre (CCM) de grande capacidade. Este interliga-se, através de três redes Ethernet com meio físico em fibra óptica, a múltiplas Estações de Trabalho (ET) gráficas e a diversos (no máximo 20) Computadores Centrais Escravos (CCE). Nas várias redes é usado o protocolo TCP/IP.

Os Computadores Centrais (Mestre e Escravos) utilizam o sistema operativo Unix e possuem discos replicados por razões de confiabilidade. As aplicações seguem uma filosofia cliente-servidor e é usado um sistema de bases de dados que utiliza a linguagem normalizada SQL (*Structured Query Language*).

Cada Computador Central Escravo pode supervisionar vários sub-sistemas de automação específicos. Na figura 3.4 assinalam-se alguns sub-sistemas sendo de referir o DeltaNet da Honeywell (usado, por exemplo, para controlo dos equipamentos de AVAC), o PMS 68000 da Philips (controlo da central de produção de energia eléctrica) e o Sistema de Iluminação (SI) da Siemens.

O Computador Central Mestre pode ligar-se também a outros Computadores (C) que desempenham tarefas específicas tais como o controlo de tráfego aéreo, a gestão da manutenção, etc.

⁶ IBIF - *Intelligent Buildings Institute Foundation*, Washington, USA.

**Legenda:**

CCM - Computador Central Mestre

CCE - Computador Central Escravo

ET - Estação de Trabalho (gráfica)

T - Terminal (alfanumérico)

C - Computador (usado em tarefas específicas)

DeltaNet - Sistema da Honeywell (controlo de AVAC, por exemplo)

PMS 68000 - Sistema da Philips (controlo de geradores, por exemplo)

SI - Sistema de Iluminação

Figura 3.4 - O sistema Delta XO Plus da Honeywell

Do que foi exposto sobre o sistema Delta XO Plus, convém salientar os aspectos que se seguem.

- O sistema possui uma arquitectura distribuída com controlo hierárquico (em consonância com o que constitui a solução mais típica), sendo no entanto de salientar que a integração dos vários sub-sistemas é obtida recorrendo à introdução de dois níveis de controlo adicionais: um que corresponde aos CCE e o outro, o superior, que corresponde ao CCM.
- É dada uma grande ênfase aos aspectos da confiabilidade do sistema recorrendo-se à replicação de discos e das redes de comunicação.

- É feito um uso intensivo de soluções normalizadas, de que se destacam as seguintes:
 - o sistema operativo Unix;
 - o sistema gráfico X-windows (X.11) e OSF/Motif;
 - as redes de comunicação Ethernet e a família de protocolos TCP/IP.

Esta característica confere ao sistema um elevado grau de abertura permitindo facilmente a sua interligação a outros computadores que utilizem o mesmo tipo de rede e de protocolos.

- Trata-se de um sistema de grandes dimensões, capaz de controlar cerca de 200.000 pontos.
- Constitui uma solução em que estão envolvidos múltiplos fabricantes.

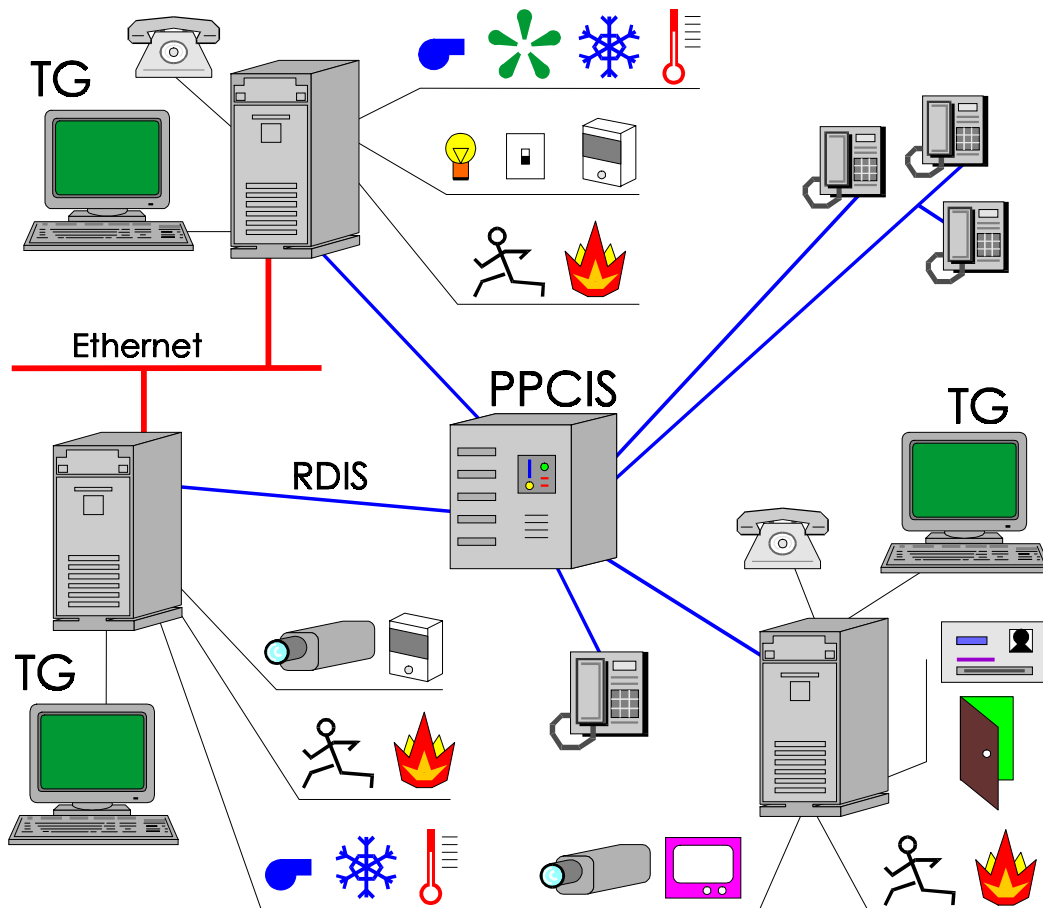
O sistema SEIS

Uma menção especial cabe aqui ao sistema SEIS (Sistema para Edifícios Inteligentes) desenvolvido no INESC no âmbito do projecto Sistemas Integrados de Supervisão - Edifícios Inteligentes.

Trata-se de um sistema experimental de que apenas chegou a ser construído um protótipo. Ele possui, no entanto, características inovadoras importantes e constituiu o trabalho de base (em que o autor participou activamente) que esteve na origem da presente tese.

Como se pode observar na figura 3.5, o sistema SEIS dá uma grande ênfase à distribuição. No entanto, se sob esse ponto de vista a abordagem seguida se assemelha à do sistema AppelNet, passa-se algo de muito diferente relativamente à forma como a integração é atingida. Enquanto na generalidade dos sistemas comerciais a integração é obtida recorrendo a uma aplicação central perfeitamente individualizada (localizada ou não num equipamento também individualizado), neste caso foi seguida uma abordagem diferente.

No SEIS, a ênfase na distribuição foi também levada ao nível da interacção entre as aplicações que gerem os diversos grupos de funções específicas (AVAC, Detecção de Incêndio, Iluminação, Controlo de Acessos, etc). Essas aplicações, que passarão no seguimento desta sub-secção a ser designadas por serviços, estão todas em pé de igualdade. Cada serviço conhece à partida a gama de outros serviços que podem existir e contempla as várias formas possíveis de interacção e cooperação com eles.

**Legenda:**

TG - Terminal Gráfico

PPCIS - Posto Privado de Comutação com Integração de Serviços⁷

Figura 3.5 - O sistema SEIS

Esta abordagem oferece as seguintes vantagens principais:

- 1 - Possui uma elevada modularidade funcional;
- 2 - Favorece a confiabilidade do sistema;
- 3 - Reduz os recursos necessários em termos computacionais e no que se refere às redes de comunicação.

Relativamente ao ponto 1, o sistema permite facilmente múltiplas configurações de serviços. Por exemplo, é possível ter sistemas com apenas um ou dois serviços, ao qual podem ser acrescentados a qualquer momento novos serviços. Estes, assim como os já existentes anteriormente, tomarão conhecimento da existência uns dos outros e passarão,

⁷ Em terminologia inglesa: *ISPBX - Integrated Services Private Branch Exchange*.

automaticamente, a interactivar e a cooperar entre si. Esta característica não se observa nos sistemas comerciais conhecidos, em que a introdução de novos serviços (ou a modificação dos serviços existentes) implica normalmente a substituição da aplicação responsável pelas funções de integração.

Como foi referido no ponto 2, a confiabilidade do sistema é favorecida na medida em que são evitados pontos críticos no que se refere à interacção entre serviços. Se um dado serviço deixar momentaneamente de estar disponível, devido a uma falha, apenas as funções que com ele interactivam deixam de estar acessíveis, continuando a ter lugar a cooperação entre os restantes serviços. Nas soluções comerciais, uma falha que desactive a aplicação de integração (ou o equipamento em que ela reside) pode colocar inactivas todas as funções associadas à cooperação entre sub-sistemas.

No que se refere ao ponto 3, a opção de descentralização das funções de integração evita que seja necessário recorrer a um computador central de grandes capacidades, o que teria forçosamente de acontecer para sistemas complexos e com um grande número de serviços. A descentralização das funções de integração permite também que possam ser usadas redes de comunicações com baixos ritmos de transmissão (por exemplo RDIS⁸), desde que essas redes não possuam topologias em barramento. Efectivamente, em vez de a comunicação se efectuar exclusivamente com uma aplicação central única, ela distribui-se entre os vários equipamentos que suportam os diversos serviços.

Outras vantagens associadas ao sistema SEIS relacionam-se com a opção tomada de a comunicação entre os diversos componentes do sistema se centrarem primariamente numa rede RDIS. Esta rede, que suportaria também todas as funções de voz no edifício e diversas funções telemáticas, oferece a vantagem de possuir um meio físico muito económico (par entrançado) e de muito fácil instalação. No caso de edifícios antigos, poderia inclusivamente usar-se a cablagem associada à comunicação de voz já existente.

A utilização da RDIS, pela sua natureza, favorece claramente a integração de funções de voz e serviços telemáticos, sendo também possível o transporte de informação video de baixa definição recorrendo a sistemas de digitalização e compressão adequados.

Não obstante a aposta na RDIS, encontra-se também contemplada a utilização em simultâneo de outras redes de comunicação de que se salienta a Ethernet. É assim possível dispôr de uma plataforma com elevada flexibilidade permitindo a ligação a outros sistemas e a integração destes.

Outro aspecto inovador do SEIS refere-se à interacção com os utilizadores. Também aqui se privilegiou a distribuição permitindo-se que, quer os operadores quer os utilizadores do edifício em geral, acessem ao sistema a partir de qualquer Terminal Gráfico (TG). Os privilégios e, consequentemente, as capacidades de cada utilizador dependem da sua identificação e não do terminal físico que estão a usar.

Informação adicional sobre o sistema SEIS pode ser obtida através das referências [nune89], [nune90], [serr90], [serr90b] e [serr91]. Para informação detalhada sobre

⁸ RDIS - Rede Digital com Integração de Serviços (*ISDN - Integrated Services Digital Network*).

diversos aspectos do SEIS sugere-se a consulta das referências [nune88], [serr88], [nune88a], [nune89a] e [carl90].

3.2.2 - Principais Problemas das Soluções de Integração Actuais

Analisando as soluções de integração mais comuns, constata-se que elas se podem enquadrar em três tipos principais:

- integração em que apenas está envolvido um fabricante;
- integração feita à medida (recorrendo a uma empresa especializada);
- integração por imposição contratual (estando envolvidos diversos fabricantes).

Aborda-se de seguida cada uma destas situações.

Solução fabricante único

A situação mais simples ocorre quando os equipamentos de um dado sistema são todos do mesmo fabricante. Neste caso, existem todas as condições para a integração ocorrer sem problemas, dado que o fabricante dispõe de toda a informação sobre os diversos sub-sistemas a integrar. Isso conduz normalmente a soluções bastante uniformes e completas, em que as diversas capacidades dos vários sub-sistemas são bem exploradas.

No entanto, nem sempre a integração é obtida de forma trivial. É frequente os fabricantes possuírem linhas de produtos com características bastante distintas e incompatíveis entre si. Isso pode manifestar-se a vários níveis:

- estrutura e constituição física dos equipamentos;
- aplicações de base (sistemas operativos, núcleos multi-tarefa, etc) e serviços oferecidos às aplicações de alto nível;
- linguagens e ferramentas de definição das aplicações;
- redes de comunicação (desde aspectos físicos tais como o meio de transmissão e fichas de ligação, até aos protocolos).

Um outro aspecto que também dificulta a integração reside no facto de muitos dos equipamentos terem sido concebidos para funcionar isoladamente e não preverem a possibilidade de comunicação com o exterior. No entanto, a importância deste aspecto tem vindo a reduzir-se com a evolução crescente dos equipamentos.

Os problemas referidos podem ser ultrapassados (com maior ou menor investimento) por parte de cada fabricante. As abordagens seguidas podem apoiar-se mais nos produtos já existentes (como no caso do sistema Metasys analisado na sub-secção 3.2.1) ou, pelo contrário, romperem drasticamente com os sistemas anteriores e propondo soluções inteiramente novas, criadas de raiz (como exemplos, podem ser apontados o sistema AppelNet e o SEIS descritos na sub-secção 3.2.1).

Se as soluções de integração em que apenas está envolvido um único fabricante possuem vantagens, existem no entanto desvantagens muito importantes que devem ser referidas.

A principal desvantagem está associada ao facto de não existir nenhuma empresa que possa oferecer, para cada área de especialidade da automação de edifícios, a melhor solução ou aquela que melhor se adequa aos requisitos. Exemplificando, um determinado fabricante poderá dispôr de um sistema de detecção de incêndio que corresponde exactamente a um conjunto de necessidades, mas poderá possuir um sistema de gestão energética que não satisfaça minimamente aos requisitos impostos pelos projectistas. Isto origina normalmente que tenham de ser feitos compromissos, acabando a solução final por depender bastante do que o fabricante oferece, em detrimento do que estava inicialmente previsto.

Na base deste problema está o facto de ser difícil (mesmo para empresas de muito grande dimensão) dominar em profundidade todas as especialidades da automação de edifícios e conseguir manter todos os seus produtos sempre a par das últimas novidades tecnológicas, assim como lançar novos produtos sempre que surgem novas áreas de aplicação.

Outro aspecto que também convém mencionar relaciona-se com factores económicos. A adopção de um dado fabricante pode eliminar a possibilidade de recorrer a componentes de outro fabricante com características análogas e com menor custo. Podem assim surgir deturpações nos mecanismos de normal concorrência que se venham a tornar muito desfavoráveis para a empresa proprietária do edifício.

Por tudo o que foi dito, as soluções em que apenas está envolvido um único fabricante têm tendência a ser evitadas e a serem cada vez menos comuns.

Integração feita à medida

O caso mais típico corresponde a uma situação em que são escolhidos os sub-sistemas mais adequados, sem qualquer imposição de que tenham de ser do mesmo fabricante. Nesta escolha são tidos em conta diversos aspectos:

- as características funcionais dos sub-sistemas;
- os seus custos;
- a idoneidade dos fabricantes e a sua capacidade de assegurar a manutenção e de dar todo o apoio necessário durante o período de vida útil dos equipamentos;
- a capacidade de os equipamentos comunicarem com o exterior e poderem ser controlados através desse meio de comunicação.

Este último aspecto é fundamental para que os sub-sistemas seleccionados possam ser integrados. Essa integração será realizada por uma empresa especializada que, tendo em conta os sub-sistemas existentes e as funções de integração desejadas, desenvolverá as aplicações de gestão e supervisão globais que interactivarão e controlarão os diversos sub-sistemas. As aplicações de supervisão serão suportadas num equipamento específico, fornecido pela própria empresa ou por terceiros.

A principal vantagem deste tipo de abordagem reside na possibilidade de poder escolher (com alguma liberdade) os vários sub-sistemas que melhor se adequam aos requisitos definidos, e de obter as funções de integração desejadas.

As desvantagens são diversas e podem ser categorizadas em cinco áreas:

- custo;
- instalação e colocação em funcionamento;
- grau de integração;
- restrições na escolha dos sub-sistemas;
- especificidade da solução de integração.

Analisa-se de seguida os vários aspectos indicados.

Esta solução de integração obriga à contratação de uma empresa para tratar, explicitamente, dos aspectos de integração e à compra de equipamento adicional para suportar as aplicações de supervisão, a interação com os operadores, o registo de ocorrências e a comunicação com os diversos sub-sistemas. Tudo isto contribui para o aumento do custo final. A agravar este aspecto refira-se o facto de, com frequência, existirem replicações desnecessárias de equipamentos (por exemplo, vários sub-sistemas incluem consolas de operador).

No entanto, uma escolha criteriosa dos vários sub-sistemas (incluindo os equipamentos em que a integração se suporta), pode minorar o aspecto do custo, o qual deverá também ser ponderado tendo em conta de que o sistema final será mais adequado às necessidades.

Relativamente aos aspectos da instalação e colocação em funcionamento do sistema, é natural que surjam problemas devido à maior complexidade da solução e ao maior número de entidades envolvidas. Será também de esperar que em determinadas situações se torne difícil apurar responsabilidades (o problema será do sistema de integração ou de um dos sub-sistemas?), devendo ser tomadas medidas adequadas para minimizar estes problemas.

Embora uma das vantagens associadas a este tipo de solução seja a possibilidade de haver uma boa adequação às necessidades, poderão existir algumas limitações em termos do grau de integração atingido. Isto poderá, por exemplo, traduzir-se em diversas capacidades disponibilizadas pelos vários sub-sistemas que não são totalmente aproveitadas ou determinadas funções que não podem ser acedidas directamente a partir do sistema de integração.

Outro aspecto importante, no que se refere à escolha dos sub-sistemas a usar, relaciona-se com diversas limitações que este tipo de solução de integração impõe. Não basta procurar um sub-sistema com as características adequadas e com um preço competitivo, é necessário ter também em conta se o equipamento pode comunicar e ser controlado a partir de um equipamento exterior, e como.

A maioria dos fabricantes recusa-se a fornecer informação detalhada sobre os seus sistemas e protocolos usados, por razões de protecção dos seus investimentos face à

competição. Isso leva a que sistemas perfeitamente válidos em termos funcionais e em termos de custo possam não se qualificar para serem integrados com outros equipamentos. Este aspecto introduz pois algumas limitações em termos de opções de escolha. Felizmente, as pressões dos utilizadores e as leis do mercado têm feito evoluir a situação no sentido de, cada vez mais, os fabricantes adoptarem soluções normalizadas e não de sua propriedade, e divulgarem como dialogar com os seus sistemas.

Finalmente, um outro problema de grande importância deste tipo de solução de integração tem a ver com a sua especificidade. Se, no início, este aspecto pode ser considerado uma vantagem, dado que o sistema desempenha exactamente as funções adequadas às necessidades, será natural que isso deixe de acontecer com o passar do tempo. O universo das organizações, caracterizado por uma grande competição e sempre em evolução, e o aparecimento constante de novas tecnologias, tornam certa a necessidade de o sistema de automação do edifício ter de vir a satisfazer a novos requisitos.

Embora normalmente se procure sempre introduzir alguma flexibilidade nos sistemas, será provável que mudanças significativas de funções, substituição de sub-sistemas que se tenham tornado obsoletos ou a introdução de novos sub-sistemas, obriguem a alterações profundas no sistema de integração que não estejam ao alcance da equipa de gestão do edifício. Tornar-se-á, assim, necessário recorrer de novo à empresa que realizou a integração e, obviamente, isso terá os seus custos.

Integração por imposição contratual

Este tipo de solução consiste em impôr, na fase de concurso, a necessidade de os diversos sub-sistemas a instalar no edifício poderem interactuar uns com os outros, segundo normas pré-estabelecidas. Deste modo, os fabricantes que pretendam concorrer comprometem-se à partida a realizar as adaptações necessárias nos seus sistemas para satisfazer a esses requisitos.

Esta solução tem a vantagem de, à partida, uma parte significativa do trabalho de integração vir já feita por cada fabricante envolvido. No entanto, não dispensa a contratação de uma empresa para realizar as aplicações de integração.

Uma desvantagem significativa que pode ser apontada a este tipo de solução deve-se ao facto de ela apenas ser viável quando estão envolvidos edifícios (ou conjuntos de edifícios) de grande dimensão e complexidade. De facto, apenas nessas situações existem fortes incentivos (dado o elevado montante dos negócios em jogo) que motivam os diversos fabricantes a modificarem os seus produtos para satisfazerem os requisitos definidos. Um óptimo exemplo de uma situação deste tipo ocorreu, como vimos anteriormente, no novo aeroporto de Munique [hone93], [utto91] (ver sub-secção 3.2.1).

Este tipo de solução, à semelhança do anterior, possui também problemas no que se refere à capacidade de evolução do sistema. As técnicas usadas na criação das aplicações de integração e a complexidade envolvida não tornam viáveis a realização de alterações significativas no sistema por parte da equipa de gestão do edifício. Embora tal, à partida, possa ser possível, isso requer a existência de pessoal especializado e de grande qualificação, e o esforço envolvido será naturalmente elevado.

Este é um dos problemas para o qual a presente tese pretende propôr novas soluções.

3.3 - Tendências de Evolução das Soluções de Integração

Nesta secção apresenta-se uma panorâmica da evolução dos aspectos da integração, numa perspectiva abrangente que contempla outras áreas que não apenas a da automação de edifícios.

Indicam-se as tendências e as movimentações em curso com vista ao atingir de uma integração cada vez mais perfeita e de âmbito mais alargado, e identificam-se os principais problemas existentes e tendências futuras.

A concluir esta sub-secção são indicadas diversas características de que seria interessante dispôr com vista a ultrapassar alguns dos principais problemas actuais.

3.3.1 - Soluções de Integração Abrangentes

Como foi visto anteriormente, a partir dos anos 80 passaram a existir soluções de automação dos edifícios que permitiam, cada vez mais, a integração das várias especialidades da Gestão Técnica. No entanto, os desenvolvimentos tecnológicos nas áreas das telecomunicações, do processamento de informação e da comunicação de dados, originaram o aparecimento de novos sistemas. Estes, embora não ligados directamente às tarefas de automação, são hoje elementos integrantes de qualquer edifício. Nesta perspectiva, e dando corpo ao conceito de edifício inteligente que traduz um conjunto de necessidades reais e cujas vantagens são indiscutíveis, foram surgindo na década de 80 um número crescente de requisitos de interligação e de cooperação entre os mais diversos sistemas presentes no edifício.

Soluções baseadas em PPCA digitais

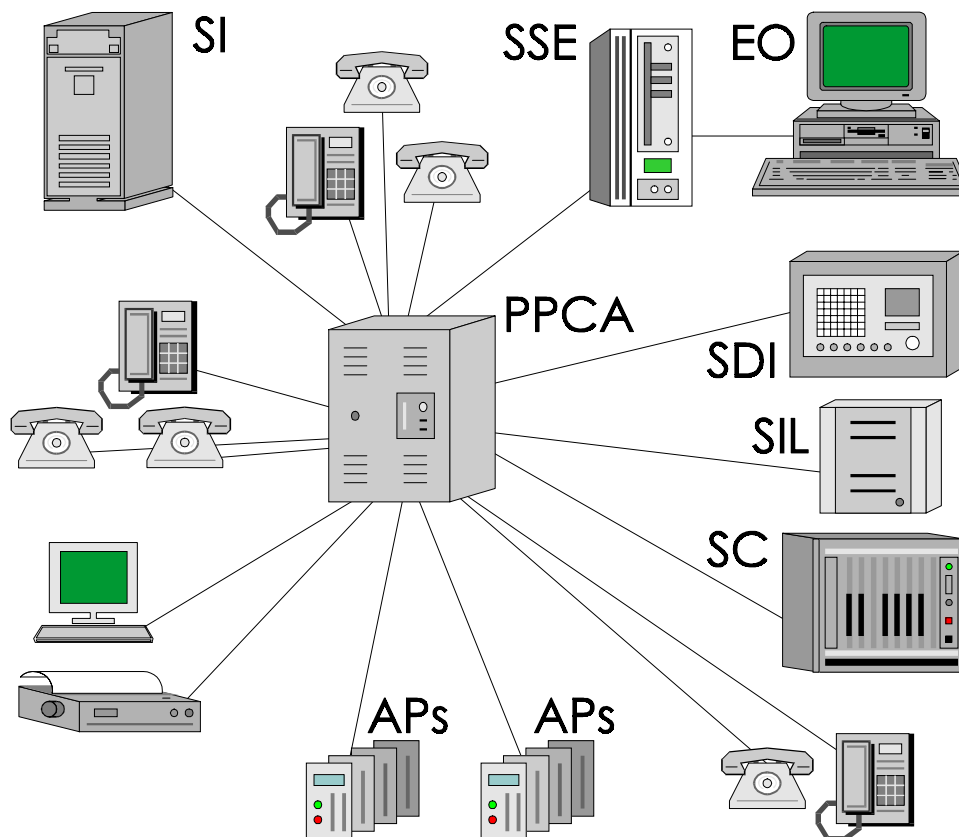
Diversas soluções surgiram, mas quase sempre de natureza pouco abrangente. As primeiras abordagens com algum sucesso, sob o ponto de vista da sua generalidade, tiveram por base os desenvolvimentos da tecnologia digital na área das telecomunicações. A solução seguida promovia a utilização da rede de telecomunicações do edifício, centrada em torno de um PPCA digital, para nela suportar as facilidades de comunicação de voz, de comunicação entre os equipamentos de automação e, nalguns casos, também a comunicação com sistemas informáticos (ver figura 3.6).

Esta abordagem oferece diversas vantagens de que se salientam as seguintes:

- Oferta de uma infraestrutura de comunicação comum que favorece a integração;
- Acesso facilitado às redes públicas de telecomunicações;
- Poupanças significativas ao nível da cablagem (a cablagem é constituída por simples pares entrançados);
- Simplicidade de instalação;
- Possibilidade de usar recursos já existentes em situações de renovação de edifícios.

Como principais desvantagens focam-se:

- O PPCA torna-se um elemento crítico em termos da fiabilidade global do sistema, pois a sua falha pode originar a impossibilidade de comunicação entre os vários equipamentos do edifício;
- Baixos ritmos de transmissão (64Kb/s no máximo) o que é nitidamente inferior aos ritmos habitualmente disponibilizados pelas redes de comunicação de dados (de 10Mb/s a 100Mb/s);
- Limitações nos protocolos de comunicações suportados (por exemplo, RS-232 / V.24 e V.28).



Legenda:

SI - Sistema Informático

EO - Estação de Operador

SIL - Sistema de Iluminação

APs - Autómatos Programáveis

SSE - Sistema de Supervisão do Edifício

SDI - Sistema de Detecção de Incêndio

SC - Sistema de Climatização (AVAC)

Figura 3.6 - Solução de integração com base num PPCA digital

Convirá notar que, neste tipo de solução, se recorre com frequência apenas à infraestrutura de comunicações (cablagem distribuída pelo edifício), sem fazer intervir directamente o PPCA enquanto elemento comutador. Isto ocorre quando, por necessidade

de ligações físicas dedicadas, dois circuitos são interligados directamente entre si ao nível do repartidor do PPCA. As vantagens deste tipo de utilização são diversas:

- possibilidade de, em qualquer momento e de forma muito fácil, mudar os circuitos que estão interligados entre si;
- possibilidade de interligação de equipamentos que usem formas específicas de comunicação, evitando-se deste modo a utilização de cablagem adicional;
- possibilidade de dispôr de ligações fiáveis que não dependem do estado de funcionamento do PPCA.

A filosofia subjacente a este tipo de solução foi claramente a precursora dos sistemas de cablagem estruturada que serão abordados mais adiante.

Ao nível funcional, este tipo de abordagem é bastante mais abrangente, sendo comum a oferta de serviços tais como: correio de voz (*voice mail*), correio electrónico, acesso a outras redes (*gateways*), acesso ao sistema de automação do edifício, serviço de directório (*directory service*), etc. Estas funções são implementadas directamente pelo PPCA. No que se refere aos aspectos de integração menciona-se, por exemplo, a possibilidade de controlar a iluminação de um dado local recorrendo a um telefone e marcando um código pré-definido.

Um bom exemplo, em que foi seguida uma aproximação deste tipo, encontra-se descrito em [dmil89]. Em [ishi93] são descritas diversas funções de realização menos ortodoxa tendo por base um PPCA. Salienta-se, em particular, a gestão e contabilização de tempos de trabalho recorrendo a leitores de cartões magnéticos associados aos telefones.

Soluções baseadas em RDIS

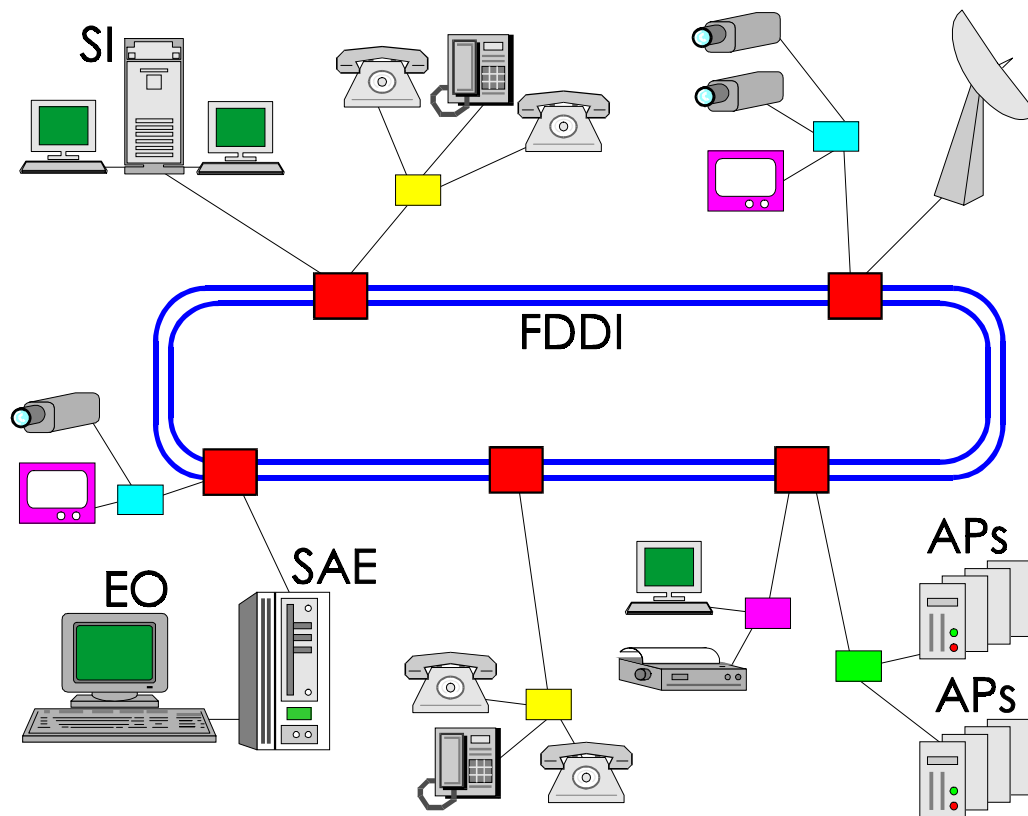
Com a divulgação da RDIS, os PPCA evoluíram tendo dado lugar aos PPCIS (Posto Privado de Comutação com Integração de Serviços). A utilização de uma infraestrutura de telecomunicações baseada em RDIS oferece vantagens enormes devido à normalização das suas interfaces e dos protocolos usados. Isso permite a coexistência de uma vasta gama de equipamentos (em particular nas áreas da voz e telemática) e oferece novos serviços e novas potencialidades. De referir também o acesso simplificado às redes públicas (também RDIS).

Como principais desvantagens deste tipo de solução referem-se a baixa largura de banda oferecida e a forma morosa com que a sua divulgação tem ocorrido. Este último aspecto tem sido motivado, em parte, pela rápida evolução ocorrida na área das redes de grande largura de banda, havendo quem defenda que (inclusive a nível público) se deva avançar para a RDIS de banda larga (RDIS-BL), sem sequer se passar pela RDIS de banda estreita.

Soluções baseadas em redes de banda larga

Outras soluções apareceram em que se recorrem a redes de grande largura de banda (normalmente em fibra óptica). Estas redes surgiram inicialmente para dar suporte à comunicação de grandes volumes de dados entre sistemas informáticos. Porém, com o

aparecimento de equipamentos sempre mais poderosos, e com uma relação custo/capacidade sempre menor, este tipo de solução passou a ser usado para interligar os mais diversos sistemas: automação do edifício, automação de escritórios, sistemas de informação e de telecomunicações. Uma solução deste tipo, usando uma rede FDDI⁹, encontra-se ilustrada na figura 3.7.



Legenda:

SI - Sistema Informático

SAE - Sistema de Automação do Edifício

EO - Estação do Operador

APs - Autômatos Programáveis

Figura 3.7 - Solução de integração com base numa rede de grande largura de banda

A principal desvantagem deste tipo de solução reside no seu elevado custo. Esse custo manifesta-se essencialmente ao nível dos concentradores (equipamentos que dão acesso ao meio físico) e ao nível da própria fibra óptica, a qual coloca também problemas particulares de instalação.

Soluções deste tipo justificam-se normalmente em situações em que no edifício está instalado um parque informático de grande capacidade que necessita de grandes larguras de banda para comunicação de dados. É também usado com frequência na interligação de diversos edifícios localizados nas imediações uns dos outros (*campus*).

⁹ FDDI - Fiber Distributed Data Interface.

Actualmente, existe uma grande actividade (científica e também já comercial) na área da RDIS-BL. Este tipo de rede promete revolucionar as comunicações quer ao nível local (LAN), quer ao nível das redes de grande extensão (WAN), fundamentalmente devido à utilização da tecnologia ATM¹⁰. Esta rede permite suportar de forma eficaz (sem quaisquer limitações significativas) todo o tipo de aplicações de dados, voz e imagem, estando contemplados ritmos de transmissão que vão desde os 2 Mb/s até aos 622 Mb/s.

A RDIS-BL aparenta ser a solução desde há muito procurada, no sentido de se poder dispôr no edifício (e também no exterior deste) de uma rede única. Este constitui o primeiro grande passo para a obtenção de níveis de integração antes considerados não possíveis ou inviáveis.

De salientar, porém, que por certo continuarão a existir outras redes de comunicação no interior do edifício, e ainda por bastante tempo. Em particular, redes de muito baixo nível usadas, por exemplo, na interligação de sensores e de equipamentos periféricos, irão continuar a justificar-se para que o custo desses dispositivos se possa manter o mais reduzido possível. Obviamente que deverão ser previstos pontos de acesso à infraestrutura global de comunicações do edifício.

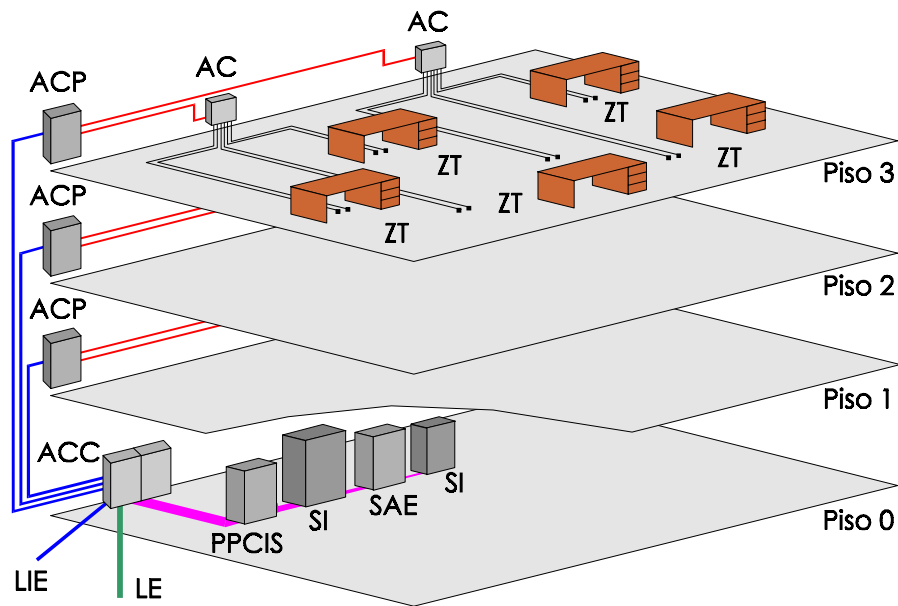
Os sistemas de cablagem estruturada

A procura de soluções flexíveis e eficazes para a comunicação no interior dos edifícios deu origem, no fim da década de 80, aos sistemas de cablagem estruturada.

Estes sistemas permitem dotar o edifício de uma infraestrutura de cablagem de grande flexibilidade e eficácia. Essa infraestrutura pode ser usada para suportar uma ou múltiplas redes de comunicação, cobrindo um amplo espectro de aplicações envolvendo voz, dados ou imagens.

A estrutura típica de um sistema de cablagem encontra-se representada na figura 3.8. Em cada piso, múltiplos cabos ligam as fichas localizadas nas zonas de trabalho (ZT) aos Armários de Comunicações (AC) mais próximos. Em situações comuns, é típico existirem 2 a 3 cabos servindo cada zona de trabalho (que ronda os 10 m²). Esses cabos estão localizados habitualmente sob o chão falso ou, em alternativa, no tecto falso. Este último local é usado normalmente para passar cabos adicionais para ligar a sensores diversos (detecção de incêndio, medição de temperatura, medição de intensidade luminosa, detecção de presença) e outros dispositivos tais como unidades de controlo, alarmes, altifalantes, etc.

¹⁰ ATM - *Asynchronous Transfer Mode*.

**Legenda:**

AC - Armário de Comunicações	ACP - Armário de Comunicações de Piso
ACC - Armário de Comunicações Central	ZT - Zona de Trabalho
LIE - Ligação Inter-Edifícios	LE - Ligação ao Exterior
SI - Sistema Informático	SAE - Sistema de Automação do Edifício
PPCIS - Posto Privado de Comutação com Integração de Serviços	

Figura 3.8 - Estrutura típica de um sistema de cablagem estruturada

Em cada piso, os vários AC ligam-se ao respectivo Armário de Comunicações de Piso (ACP). Estes, por sua vez, interligam-se ao Armário de Comunicações Central (ACC). Esta ligação pode ser feita recorrendo apenas a cabos de cobre ou, o que é mais comum, recorrendo também ao uso de fibras ópticas. Em situações em que haja necessidade de interligar vários edifícios próximos (num campus, por exemplo), as ligações inter-edifícios (LIE) partem dos ACC e recorrem habitualmente a um misto de pares de cobre e fibras ópticas. As ligações ao exterior do edifício (LE), para acesso a centrais públicas de telecomunicações e/ou dados, fazem-se também a partir do ACC.

Os diversos equipamentos de utilizador, tais como telefones, faxes, computadores pessoais e impressoras, são ligados às fichas localizadas nas zonas de trabalho, tornando-se acessíveis ao nível dos Armários de Comunicações. O mesmo sucede com os sensores e outros dispositivos associados à automação do edifício.

Os diversos Armários de Comunicações (AC, ACP e ACC) possuem repartidores onde, de um modo muito fácil e intuitivo, se pode definir como os diversos cabos provenientes dos equipamentos se interligam entre si (recorrendo ou não a outros Armários de Comunicações). Essas interligações são feitas habitualmente recorrendo a pequenos cabos terminados por fichas normalizadas, podendo ser modificadas em qualquer momento e de modo muito fácil.

É frequente recorrerem-se a programas de computador para gerir os sistemas de cablagem, tornando-se possível saber em cada momento por onde passa determinado cabo, a que equipamento liga, a que utilizador corresponde, etc.

Embora a topologia física de base de um sistema de cablagem estruturada seja uma estrela, é possível definir sobre ela múltiplas topologias lógicas em estrela, barramento, anel ou árvore. Podem assim ser suportadas diversas redes de vários tipos tais como RDIS, IEEE 802.3 (*CSMA/CD*) e IEEE 802.5 (*Token Ring*). Existem protocolos cuja especificação do meio físico prevê a ligação directa a esses sistemas de cablagem (refere-se, por exemplo, 10 BASE T); outros casos existem em que é necessário recorrer a dispositivos adaptadores (*balun adapters*) os quais, no entanto, são simples e de custo não muito elevado.

O enorme sucesso dos sistemas de cablagem estruturada assenta num corpo de normas que definem, entre outros aspectos, os vários tipos de meio físico e fichas. Torna-se assim possível dispôr de um suporte para a comunicação, sem depender de marcas nem de fabricantes.

Salienta-se aqui a norma EIA/TIA 568 (*Commercial Building Telecommunications Wiring Standard*) a qual, para a categoria 5 e para par entrançado sem blindagem (*UTP - Unshielded Twisted Pair*), determina a possibilidade de usar ritmos de transmissão até 100Mb/s. Este tipo de cablagem exige, no entanto, alguns cuidados de instalação que não devem ser ignorados, sob pena de as características especificadas não serem atingidas [saun94].

Os sistemas de cablagem estruturada, embora não constituam por si só uma solução para o problema da integração, oferecem um meio fundamental para a atingir, permitindo a interligação flexível e uniformizada dos diversos equipamentos do edifício, independentemente do seu fabricante.

Para informação adicional sobre os sistemas de cablagem estruturada e a sua aplicação a Edifícios Inteligentes sugere-se a consulta das seguintes referências: [fost89], [kash91], [krea91], [gehr93], [sigm93], [wrig93], [herm93] e [reag93].

3.3.2 - O Panorama Actual e Principais Problemas

Hoje existe consenso relativamente às vantagens que os edifícios inteligentes oferecem, relativamente à necessidade dos edifícios oferecerem um suporte adequado e flexível à actividade das organizações, relativamente às vantagens da poupança de energia, da minimização dos custos de exploração, do oferecer maior segurança e conforto aos utilizadores, e relativamente à promoção de aumentos de produtividade, quer pela melhoria das condições de trabalho, quer pelo uso de ferramentas adequadas ao suporte eficaz da actividade dos trabalhadores.

E, sem dúvida, existe também consenso relativamente à necessidade de integração de todos os sistemas existentes no edifício, de modo a gerir mais eficazmente a utilização dos recursos disponíveis.

Para se atingir a integração de quaisquer dois sistemas é necessário resolver três tipos de problemas:

- assegurar a sua interligação física;
- assegurar que são capazes de dialogar (falar uma linguagem comum);
- assegurar que as funções realizadas por um dos sistemas prevê e pode tirar partido de funções realizadas pelos outros sistemas (interacção e cooperação ou, mais simplesmente, interoperação).

A interligação física dos sistemas

Relativamente ao primeiro aspecto focado, vimos já que existe hoje em dia uma solução muito boa: os sistemas de cablagem estruturada.

As suas virtudes são conhecidas e estão bem documentadas, e apenas projectistas com pouco senso poderão conceber actualmente um edifício do sector dos serviços que não contemple a sua utilização. No entanto, existem diversas implicações a ter em conta, de que se salientam:

- prever espaços adequados, e correctamente localizados, para a instalação dos armários de comunicações e outros equipamentos (por exemplo, concentradores, *bridges*, *routers*, etc);
- prever formas de levar os cabos (no plano horizontal) até às zonas de trabalho e assegurar uma distribuição adequada às necessidades previstas (convém contemplar sempre a possibilidade de, posteriormente, se poderem estender cabos adicionais)¹¹;
- prever espaços adequados para a passagem dos cabos no plano vertical.

Adicionalmente, haverá que ter em conta o investimento inicial, embora seja expectável a sua muito rápida amortização, fruto da versatilidade oferecida e da facilidade de lidar com mudanças de pessoas e equipamentos no interior do edifício¹².

Muito importante neste cenário são os edifícios já existentes, cujas estruturas físicas antiquadas podem colocar problemas significativos à instalação destes sistemas de cablagem.

Não obstante existirem actualmente soluções normalizadas para a interligação física de equipamentos, o panorama actual é completamente dominado pela existência de múltiplas redes no interior do edifício, cada uma com o seu meio físico específico.

¹¹ Em termos de distribuição horizontal de cabos, as soluções mais comuns recorrem ao chão falso e/ou ao tecto falso. No entanto, existem algumas alternativas interessantes tais como paredes falsas, calhas, mobiliário que inclui caminhos para cabos e condutas de pequena espessura para instalar sob a alcatifa.

¹² Informação disponível relativamente aos Estados Unidos da América indicam que, em média, 30 a 40% dos trabalhadores no sector dos serviços mudam de local de trabalho uma vez por ano [dmi189], [flax91], [bern93]. Dito de outro modo, num ano, um em cada três trabalhadores efectua mudanças.

Referem-se, em particular, o par entrançado (de diversos tipos e com diferentes capacidades), o cabo coaxial grosso, o cabo coaxial fino e a fibra óptica.

No entanto, este problema não é dos mais significativos, dado que pode ser ultrapassado recorrendo a dispositivos adaptadores adequados (*balun adapters*). Por outro lado, a evolução registada aponta para o domínio do par entrançado e da fibra óptica. Esta última, embora de custo bastante mais elevado e de instalação mais difícil que o par entrançado, oferece uma imunidade ao ruído electromagnético excelente, o que pode justificar a sua utilização em ambientes ruidosos, quando são necessárias grandes larguras de banda ou se pretendam percorrer distâncias elevadas. No futuro, é expectável que as ondas de rádio frequência venham a desempenhar um papel cada vez mais significativo.

De salientar também que a generalidade dos protocolos mais recentes contemplam diversos meios de comunicação¹³, tudo indicando que esta questão não será um elemento impeditivo nem limitador da integração de sistemas.

O suporte ao diálogo entre sistemas

A interacção entre equipamentos é feita recorrendo a sistemas de comunicações. Estes estão normalmente estruturados de acordo com o modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) da ISO (*International Standards Organization*) [iso_84].

O modelo OSI estrutura as comunicações em 7 camadas de protocolos. Cada camada usa serviços prestados pela camada que lhe está abaixo e, por sua vez, oferece serviços à camada que lhe está acima. A primeira camada (1) corresponde ao nível físico (sinais eléctricos que passam no meio de transmissão) e a última camada (7) corresponde aos serviços oferecidos às aplicações. As três primeiras camadas (1 a 3) são específicas do tipo de rede em questão e tratam fundamentalmente da troca de dados (pacotes). As camadas 5 a 7 são específicas das aplicações e tratam das funções que permitem a duas aplicações interactivas entre si. A camada 4 (transporte) permite oferecer às camadas que lhe estão acima um meio de trocar mensagens independentemente do tipo de rede usado [tane89], [hals92].

Dois equipamentos, para poderem dialogar entre si, necessitam implementar o mesmo protocolo ou, então, recorrer a um terceiro equipamento específico que converta o protocolo de um equipamento no protocolo do outro.

Como já foi focado anteriormente, nos anos 80 assistiu-se à generalização da utilização de sistemas distribuídos na realização de tarefas de controlo. Este facto foi motivado pela grande divulgação dos microcontroladores os quais, pelo seu reduzido custo e capacidades limitadas, propiciaram a criação de um grande número de pequenos equipamentos com funções bem determinadas.

Neste tipo de sistemas é vital que os diversos equipamentos possam comunicar entre si. Isto deu origem ao aparecimento de uma multiplicidade de protocolos, propriedade dos

¹³ A título de exemplo, o protocolo CEBus contempla os seguintes meios de comunicação: linha de distribuição de energia eléctrica, par entrançado, infravermelhos, rádio frequência, cabo coaxial e fibra óptica.

fabricantes que os haviam desenvolvido. Nesta perspectiva, a informação sobre o protocolo não era divulgada (por razões concorrenciais) ou, para o ser, obrigava ao pagamento de direitos (*royalties*) ou à utilização de circuitos fornecidos pelo fabricante.

A situação descrita evoluiu caracterizando-se, por um lado, por uma crescente ênfase na procura da normalização e, por outro lado, pela implantação no mercado de determinadas soluções comerciais. A questão complica-se ainda mais devido a muitas das soluções estarem vocacionadas para domínios de aplicação específicos (automação de edifícios, automação industrial, automação da habitação, etc).

Actualmente, em termos de normalização, podem ser identificadas, por um lado, propostas que estão ainda incompletas e sujeitas a estudos e, por outro lado, versões prévias mas que são passíveis de alterações. Ambos os casos são negativos na medida em que implementações que venham a ser realizadas podem necessitar, a curto prazo, de ser modificadas sob pena da interoperacionalidade se perder.

Relativamente às soluções comerciais, elas oferecem normalmente a vantagem de estarem completamente especificadas e de ser possível dispôr de circuitos e/ou de programas que implementam os protocolos em questão.

Os aspectos referidos colocam os projectistas dos produtos perante a necessidade ingrata de escolher que protocolo adoptar e colocam o utilizador perante o facto consumado de ainda não existirem normas de aceitação generalizada (e com uma ampla gama de produtos disponíveis), estando o mercado dominado por diversos produtos, cada um com o seu protocolo.

Dada a urgente necessidade de dar suporte à integração dos sistemas de automação de edifícios, a organização IBI (*Intelligent Building Institute*, Washington, USA), criou um conselho com o propósito específico de analisar as necessidades dos utilizadores no respeitante à integração e de avaliar em que medida os protocolos existentes oferecem a qualidade e a adequação necessária às tarefas de automação de edifícios.

A referida comissão publicou um estudo [luke93b0] em que são comparados os seguintes protocolos: BACnet (*Building Automation and Control Network*), BatiBus (*Building Bus*), CAB (*Canadian Automated Building Protocol*), CEBus (*Consumer Electronics Bus*), EIB (*European Installation Bus*), FACN (*Facilities Automation Communication Network*), FIP (*Factory Instrumentation Protocol*), FND (*Firm-Neutral Data Transmission*), HBS (*Home Bus System*), LonTalk (*LonWorks Protocol* da empresa Echelon), MAP (*Machine Automation Protocol*), PROFibus (*Process Field Bus*) e SP50 (*Field Bus Standard*).

De entre estes, foram apontados como os mais prometedores os seguintes:

- BACnet (que está a ser desenvolvido pela ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers*);
- CAB (desenvolvido por *Public Works Canada*);
- LonTalk (da empresa Echelon).

No entanto, o estudo é apenas útil no sentido de divulgar informação que ajuda a ponderar os vários aspectos em jogo, sem oferecer nenhuma solução nem propôr nenhum

protocolo em particular. É claro que apenas as leis de mercado e a evolução tecnológica poderão ditar se algum destes protocolos (ou outro qualquer) virá a ser adoptado em termos globais, ou se vários serão adoptados e partilharão o mercado.

De referir também o papel desempenhado pelo programa ESPRIT da União Europeia, no âmbito do qual foram subsidiados diversos projectos de investigação e desenvolvimento que abordaram aspectos do controlo e automação de edifícios e habitações. Entre outros aspectos, foram analisados diversos protocolos e foi proposto um novo (mais vocacionado para a automação da habitação): *EHSbus - European Home Systems Bus* (projecto 2431).

Do que foi visto, ressalta que estamos ainda muito longe de facilmente se poder interligar e permutar equipamentos de fabricantes distintos. Isto é tanto mais verdade quando mais alto se sobe na hierarquia de controlo, onde os equipamentos e respectivas aplicações se tornam cada vez mais complexas.

Convém aqui ressaltar que o problema que se está a focar possui duas vertentes distintas: os aspectos da comunicação ao baixo nível (camadas 1 a 3 do modelo OSI) e a comunicação ao alto nível (ao nível das aplicações, que é onde a interoperacção tem lugar).

Ao baixo nível da comunicação, a tendência será para o uso de normas já bem estabelecidas e divulgadas. Eventuais incompatibilidades podem ser resolvidas recorrendo a equipamentos específicos (*routers*). E, uma vez feita, essa opção tem carácter geral e definitivo, no sentido em que pode suportar qualquer tipo de interacção entre as mais diversas aplicações (existentes ou futuras), interacção essa que se realizará recorrendo às camadas de alto nível. Esta é, efectivamente, uma das grandes virtudes do modelo de camadas OSI.

Ao alto nível, porém, a questão é bastante mais complexa e será analisada a seguir.

A interoperação entre sistemas

Para que dois sistemas possam interoperar é necessário que as aplicações possam interactuar e cooperar entre si. Para tal, não basta que possam trocar mensagens. É necessário que compreendam o seu significado. Isso impõe as seguintes restrições: as mensagens necessitam ser todas muito bem definidas, quer em termos de formato quer em termos de conteúdo e respectivo significado semântico, e as aplicações necessitam poder lidar com elas e desencadear as acções que lhes estão subjacentes. Isto implica também que os objectivos e as tarefas de base das aplicações necessitam estar muito bem especificados. Estes requisitos originam, por vezes, que apenas um subconjunto de todas as funções identificadas venham a ser contempladas numa norma, com o objectivo de ela oferecer a maior generalidade possível.

São estes aspectos, agravados pela complexidade crescente das aplicações, que dificultam sobremaneira o processo de análise e especificação, e tornam muito moroso o estabelecimento e a aceitação de normas.

Daí a justificação do reduzido número de normas existente actualmente ao nível das aplicações (camada 7 do modelo OSI). Enunciam-se de seguida, apenas a título ilustrativo, algumas dessas normas nas áreas das telecomunicações e comunicação de dados:

- X.400 (Message Handling Services) - Correio electrónico;
- X.500 (Directory Services) - Serviço de directório;
- T100/1 (Videotex) - Videotexto;
- TTX (Teletex) - Teletexto;
- T0/4/5 (Facsimile) - fax;
- VT (Virtual Terminal) - serviço análogo ao oferecido pelo protocolo TELNET (acesso remoto a um computador);
- FTAM (File Transfer Access and Management) - serviço análogo ao oferecido pelo protocolo FTP (acesso remoto a um servidor de ficheiros).

Ilustrando a complexidade associada ao processo de definição de uma norma e a especificidade que lhe é inerente, refere-se o caso do protocolo BACnet que foi o mais bem cotado pelo estudo da IBI [luke93] mencionado anteriormente. Este protocolo, que ainda não se encontra totalmente especificado, está particularmente vocacionado para equipamentos de controlo de sistemas AVAC, mas também tem por objectivo oferecer o suporte de base à integração de outros tipos de sistemas tais como iluminação, segurança e detecção de incêndio. No entanto, e citando, "essas extensões estão fora do âmbito desta norma, embora tenham sido feitos todos os esforços para tornar essas questões simples e directas".

Não obstante o processo de normalização ser essencial, ele encerra em si uma desvantagem que lhe é inerente: oposição à evolução. O facto dos diversos aspectos necessitarem ser definidos detalhadamente, de todas as possibilidades necessitarem ser analisadas e previstas, coloca entraves (ou mesmo impossibilidades) à evolução das aplicações. Na generalidade, novas funções não poderão ser suportadas sem que isso implique alterações à norma em questão ou, dito de outro modo, à criação de uma nova norma.

Seria interessante poder dispôr de um mecanismo que, por um lado, suportasse a evolução das aplicações (definição de novas funções ou modificação das existentes) e, por outro lado, desse suporte a novas interacções (relacionadas com as novas funções). Esse mecanismo deveria permitir que as alterações pudessem ser realizadas de forma incremental e sem quebra de compatibilidades definidas anteriormente. As funções antigas deveriam continuar a poder ser acedidas normalmente e pelos meios tradicionais. A tentativa de aceder a novas funções, numa aplicação que as não suportasse, deveria simplesmente ser respondida com uma indicação de função inexistente, sem que isso correspondesse a uma violação do protocolo definido.

O mecanismo incremental indicado teria a grande vantagem de possibilitar a evolução e a adequação a novas necessidades por parte das aplicações, numa perspectiva imediatista. É claro que esta evolução deveria ser sempre acompanhada de um esforço normalizador, para assegurar que as funções de generalidade, divulgação e aceitação reconhecidas, fossem incorporadas em novas normas. Deste modo, seria possível atingir uma evolução concertada.

A plataforma INTEGREGRE, que é objecto da presente tese, pretende exactamente oferecer características e facilidades do tipo indicado, dando suporte a aplicações já existentes, à definição de novas funções ou modificação das já disponíveis e à

interoperação entre aplicações, com vista à sua integração. Tudo isto poderá ser efectuado de uma forma iterativa e interactiva, sem quebra de funcionamento do sistema.

3.4 - A Necessidade de Meios de Integração Flexíveis

Como foi visto anteriormente, um edifício inteligente deve oferecer um suporte adequado e flexível à actividade das organizações que o ocupam. Para tal, o edifício deve estar dotado de sistemas que permitam controlar e gerir da forma mais eficaz os vários recursos disponíveis.

Para atingir este fim é essencial que os vários sistemas possam dialogar e cooperar entre si com o intuito de concretizarem objectivos comuns. Isto corresponde à noção de integração, fundamental no contexto dos edifícios inteligentes, cujas vantagens foram já assinaladas na sub-secção 2.1.3.

Nesta secção são ponderadas as diversas formas possíveis de atingir a integração, sendo proposto, como a melhor alternativa, o recurso a meios de integração flexíveis.

3.4.1 - A Procura da Integração: Principais Tendências e Problemas

Nas duas últimas secções (secções 3.2 e 3.3) foram detalhados diversos aspectos relacionados com a integração. Foram apresentados exemplos de tipos de soluções disponíveis actualmente e foram analisadas as principais vantagens e desvantagens associadas a cada uma delas. Ao perspectivar o que se poderá esperar num futuro próximo, em termos de tendências de integração de sistemas, foram apontados dois vectores principais de evolução:

- aumentar a abrangência da integração (ir além dos sistemas de automação e gestão de edifícios, contemplando também sistemas associados às áreas das comunicações e da computação);
- prosseguir e incentivar os esforços de normalização relacionados com a interoperação entre sistemas.

Relativamente ao primeiro ponto, convirá referir que existe toda a vantagem em que a integração seja o mais ampla possível pois isso permitirá maximizar os seus benefícios. As tecnologias disponíveis actualmente (em que a digitalização impera) tornam possível atingir níveis de integração antes inimagináveis. No entanto, a multiplicidade de áreas e funcionalidades em jogo e a complexa teia de interdependências e inter-relações que se podem estabelecer, tornam inviáveis uma concretização prática a curto prazo, com a globalidade desejada.

A tendência será para, progressivamente, novos sistemas e novas funcionalidades irem sendo integradas, satisfazendo necessidades mais prementes ou explorando sinergias que venham a surgir.

Relativamente aos aspectos da normalização (confrontar sub-secção 3.3.2), embora se trate de uma questão essencial, a definição de protocolos que permitam a interoperação entre diversos sistemas encerra em si vários problemas que se sintetizam de seguida:

- trata-se de um processo muito complexo pela necessidade de identificar e definir detalhadamente todas as capacidades dos diversos sistemas envolvidos e de como estes podem desencadear acções noutros sistemas;
- o processo de normalização é susceptível de gerar conflitos de interesses nos intervenientes (particularmente entre os parceiros de natureza empresarial), os quais, por já terem realizado determinados investimentos, gostariam de os ver rentabilizados através da adopção das suas propostas;
- trata-se de um processo muito moroso (em grande parte devido às questões apontadas anteriormente);
- a definição e a aprovação de uma dada norma por parte das entidades competentes não implica automaticamente a sua aceitação; isso será determinado pelas regras de mercado (são os fabricantes, por um lado, e os clientes, por outro lado, que determinam o sucesso comercial de determinado produto e, conseqüentemente, a sua aceitação)¹⁴;
- oposição à evolução (a necessidade de obedecer a uma especificação detalhada impõe que novas funções não possam ser acrescentadas pois isso quebraria a compatibilidade do produto; para contemplar novas características e novas funcionalidades é necessário definir uma nova norma).

Todos os aspectos referidos são agravados pela crescente complexidade dos sistemas envolvidos e pela forte dinâmica das áreas intervenientes (de que se salientam as áreas das telecomunicações e dos computadores), originando que novas necessidades e novos requisitos estejam constantemente a surgir. Isto é motivado quer pela evolução tecnológica quer pelo ambiente de grande concorrência que caracteriza o mundo dos negócios, em que aumentos de eficácia, melhorias de produtividade e economia de recursos são essenciais para o sucesso comercial de uma organização.

Da reflexão efectuada ressalta a incapacidade, em termos pragmáticos, de se dispôr num futuro próximo de uma solução que tenha por base os movimentos de normalização em curso. Por outro lado, mesmo que essa normalização surja e tenha aceitação em termos de mercado (o que é vital que suceda, devendo ser envidados todos os esforços possíveis nesse sentido), permanece a questão do forte dinamismo da área e de como oferecer flexibilidade ao suporte das novas necessidades que estarão constantemente a surgir.

¹⁴ São conhecidos múltiplos exemplos da ocorrência de situações como as que se indicam de seguida:

- normas que (por terem surgido tarde ou por outras razões) nunca vieram a ser adoptadas;
- normas *de facto*, impostas por determinado fabricante em consequência da popularidade e das elevadas cotas de mercado atingidas por determinado produto;
- co-existência de várias normas (relacionadas com o mesmo tipo de serviço e funcionalidades prestadas, mas incompatíveis entre si) que possuem uma aceitação significativa e compartilham o mercado disponível.

É pois essencial avançar com uma solução de outro tipo. Para a descortinar faz todo o sentido analisar as soluções de integração mais comuns actualmente, ponderando os seus prós e os seus contras e procurando novas e melhores alternativas.

3.4.2 - Reflexão Sobre as Principais Soluções de Integração

Na sub-secção 3.2.2 foram identificados três tipos principais de soluções de integração:

- solução fabricante único;
- integração por imposição contratual;
- integração feita à medida.

Nesta sub-secção são tecidas diversas reflexões sobre as questões então analisadas, ponderando-se os aspectos positivos e negativos de cada abordagem e procurando-se identificar soluções alternativas que permitam colmatar as desvantagens dos métodos actuais de integração.

Solução fabricante único

Este tipo de solução tem vindo a ter cada vez menos aceitação em termos de mercado. Isso deve-se fundamentalmente a três aspectos:

- incapacidade de um fabricante poder cobrir todas as áreas e, em cada uma delas, oferecer a melhor solução¹⁵ (de notar que, mesmo que hoje um determinado fabricante consiga oferecer um produto que se adequa bem às necessidades, pode perfeitamente suceder que, passados alguns anos, essa situação se tenha alterado radicalmente);
- obriga com frequência à realização de compromissos, em função da gama de produtos que o fabricante pode oferecer (por vezes determinadas funcionalidades que seriam desejáveis não estão disponíveis e, eventualmente, podem ser oferecidas outras funcionalidades sem interesse para o cliente);
- existe um risco latente de os mecanismos normais de concorrência no mercado poderem ser deturpados, dada a dependência exclusiva de um único fabricante.

A evolução do mercado tem pressionado fortemente os fabricantes que tradicionalmente ofereciam soluções "chave na mão". Em consequência, observam-se hoje movimentações diversas por parte desses fabricantes no sentido de definirem alianças e acordos com outras empresas que dominam (ou possuem bons produtos) em determinadas áreas específicas.

¹⁵ Por melhor solução entende-se aquela que melhor se adequa aos requisitos definidos. Entre os múltiplos aspectos contemplados salientam-se em particular o custo, as funcionalidades oferecidas e o suporte dado ao produto por parte do fabricante.

A título de exemplo refere-se o caso da Johnson Controls, a qual dispõe de um programa visando a criação de equipamentos compatíveis com a sua linha de produtos Metasys [joco93]. Os fabricantes interessados são convidados a estabelecerem contacto, podendo vir a ter acesso a toda a informação necessária para desenvolverem produtos compatíveis.

Convirá aqui referir que o problema da compatibilidade de equipamentos de diferentes fabricantes é bem antigo e que, nalguns aspectos, ocorreram já evoluções positivas. Isso verificou-se fundamentalmente ao baixo nível (sensores e actuadores) onde se estabeleceram algumas normas *de facto* tais como a sinalização em tensão (0 a 10 V) e em corrente (4 a 20 mA). Isso permite que hoje se possam permutar de forma transparente diversos sensores e actuadores de fabricantes distintos. Infelizmente, o panorama assume contornos bem distintos à medida que se sobe na hierarquia de controlo e se depara com equipamentos mais complexos.

Concluindo, existe hoje uma clara tendência para os grandes fabricantes avançarem com soluções de parceria com outras empresas. Como objectivo, procuram oferecer uma maior variedade de soluções, mais abrangentes e diversificadas, e oferecer uma maior liberdade na escolha das fontes de determinado equipamento em particular (procurando que os mecanismos de concorrência tenham alguma representatividade).

No contexto indicado, a gama de soluções disponíveis será baseada nas ofertas dos vários fabricantes envolvidos, os quais procuram auscultar continuamente o mercado no sentido de a sua oferta ser a que melhor se adequa à generalidade dos requisitos existentes. Assim, será natural que casos particulares, com necessidades específicas, não estejam contempladas nessas soluções.

Outro aspecto que convém realçar refere-se aos aspectos da integração dos vários equipamentos envolvidos (independentemente de se estar perante um fabricante único ou uma parceria de fabricantes). Como é natural, as aplicações de integração possuem uma grande importância, exigindo um elevado esforço de desenvolvimento, de manutenção e de evolução do produto. Nesta perspectiva, a empresa que realiza a integração deverá procurar dispôr de uma solução de integração bem concebida, que possa adaptar-se a diversas necessidades e que possa evoluir facilmente, sem que isso implique o constante refazer de raiz dessas mesmas aplicações.

Esta questão coloca-se de forma muito semelhante ao que sucede no caso das empresas que oferecem soluções de integração à medida, o que será abordado mais à frente.

Integração por imposição contratual

Este tipo de solução possui um domínio de aplicação limitado, dado que apenas é viável em situações de muito grande dimensão e em que existe um conjunto de requisitos específicos a satisfazer.

No entanto, dada a natureza deste tipo de abordagem, torna-se possível estabelecer semelhanças quer com a solução de fabricante único com a parceria de outras empresas, quer com a solução de integração à medida.

No primeiro caso as semelhanças são evidentes, no sentido de que tem de haver um acordo e um esforço por parte das várias empresas envolvidas para assegurar a compatibilidade dos seus equipamentos e a sua integração. A diferença reside no facto de que, num caso, o acordo entre empresas resulta de uma imposição contratual (definida por um cliente e com um carácter pontual) enquanto no outro caso ela resulta de uma estratégia comercial e/ou industrial e, como tal, com um âmbito mais genérico.

Relativamente à segunda comparação indicada, as semelhanças são ainda mais evidentes. Assim, em ambos os casos existe um conjunto de equipamentos (especificados pelo cliente) que necessitam ser integrados de uma determinada forma particular (também indicada pelo cliente). A diferença reside no facto de que, num caso, algum do trabalho de integração (a compatibilização entre os equipamentos) é realizado por cada uma das empresas intervenientes enquanto, no segundo caso, a empresa que realiza a integração também necessita de cuidar das diversas especificidades de cada equipamento (características funcionais e protocolos).

Não obstante as comparações tecidas, é natural que a integração necessite ser feita da forma mais flexível possível, de modo a poder oferecer um suporte adequado à evolução e à adaptação a novas necessidades. Dado estes requisitos serem em tudo semelhantes ao que se poderá esperar no caso das soluções de integração à medida, remete-se o leitor para o ponto que se segue.

Integração feita à medida

Este tipo de solução oferece duas grandes vantagens:

- oferece alguma liberdade na escolha dos sistemas a usar (por área de especialidade);
- permite uma boa adequação da solução final às necessidades definidas.

Os principais problemas que lhe estão associados são também dois:

- existem limitações relativamente aos sistemas que podem ser integrados (um número significativo dos sistemas disponíveis no mercado foram exclusivamente concebidos para funcionar isoladamente ou, quando tal não sucede, é frequente os seus fabricantes não divulgarem como interactivar com eles);
- a solução final possui normalmente um elevado grau de especificidade e não oferece meios que tornem viável o próprio cliente efectuar alterações significativas no sistema (por exemplo, integrar um novo equipamento).

Relativamente ao primeiro problema mencionado, é nítida a tendência e o esforço que os diversos fabricantes estão actualmente a desenvolver no sentido de *abrirem* os seus produtos, isto é, de fornecerem informação detalhada sobre as funcionalidades oferecidas e de como estas podem ser acedidas através de um sistema de comunicações¹⁶. Para tal, esse

¹⁶ A noção de *sistema de comunicações* corresponde àquela que foi introduzida na sub-secção 3.3.2.

próprio sistema de comunicações é também detalhado, o que corresponde à divulgação dos protocolos usados e inclui a descrição de aspectos físicos tais como o interface mecânico e eléctrico.

São hoje claras as vantagens comerciais que os fabricantes que prosseguem uma filosofia de *abertura* dispõem face aos seus concorrentes. Dando um exemplo, a empresa Cerberus (especializada em produtos na área da detecção de incêndios) viu a sua cota de mercado subir de forma muito significativa em virtude do seu pioneirismo em permitir o diálogo entre os seus sistemas e outros equipamentos (recorrendo a uma simples porta RS-232). Estes aspectos estão a dar origem a movimentações por parte da generalidade dos fabricantes (eles próprios o afirmam) no sentido de dotarem os seus produtos com a capacidade de interactuar com outros sistemas.

Por outro lado, é também nítido o interesse dos vários fabricantes em abandonarem a utilização, em exclusivo, de protocolos de sua propriedade, passando a adoptar protocolos normalizados. Isso ocorre fundamentalmente ao nível dos protocolos de mais baixo nível do modelo de camadas OSI (camadas 1 a 3) que são os que estão mais bem definidos e possuem já implantação significativa em diversos domínios. Esses protocolos oferecem um meio básico de troca de mensagens constituindo o primeiro passo para a interacção entre sistemas. O conteúdo dessas mensagens e o seu significado são definidos, na falta de normalização, ao nível das próprias aplicações, seguindo para tal aproximações mais ou menos *ad hoc*.

Alguns fabricantes apostam inclusivamente na implementação de protocolos cujas normas ainda são preliminares (por exemplo, o protocolo BACnet). Ao procederem deste modo é sua intenção ficarem em condições de mais rapidamente colocarem produtos no mercado, uma vez concluída a norma, obtendo assim vantagens económicas importantes.

Resumindo, podemos pois afirmar que cada vez se generalizará mais a oferta de produtos com a capacidade de interactuarem uns com os outros. Essa interacção recorrerá a sistemas de comunicações que seguirão o modelo OSI. Isto não significa, contudo, que baste interligar os vários equipamentos para que estes passem a interoperar. Um cenário realista aponta para a necessidade de coexistência, num futuro próximo, de equipamentos com diferentes protocolos. Nesta perspectiva, será pois natural esperar que qualquer sistema de integração (que controle e supervisione sistemas especializados - AVAC, detecção de incêndio, iluminação, etc) necessite implementar diversos protocolos.

A evolução será, certamente, no sentido de o número desses protocolos se reduzir, primeiramente por áreas de especialidade e, posteriormente, em termos globais ao domínio da automação e gestão de edifícios. Adicionalmente, será de esperar uma tendência crescente para que esses protocolos englobem a especificação da camada 7 (nível de aplicação) do modelo OSI, tornando a interacção mais estruturada e uniforme e permitindo abandonar soluções de carácter *ad hoc*, que são sempre mais difíceis de suportar e manter.

Abordando agora o segundo problema focado, referente ao elevado grau de especificidade das soluções de integração realizadas à medida, convirá referir que as empresas que intervêm nesta área de negócios têm perfeita consciência deste problema. Este aspecto constitui, inclusive, um entrave para a sua expansão comercial. Se os seus produtos pudessem ser facilmente modificáveis e adaptáveis a novas situações e a novos requisitos, o seu trabalho seria facilitado, teriam uma capacidade de resposta mais rápida e os seus lucros poderiam aumentar.

Meios de integração flexíveis

Embora as atitudes e as estratégias das empresas intervenientes no mercado da integração sejam bastante diversificadas, podem ser apontadas duas abordagens principais:

- (a) produto sempre em evolução, abarcando novas necessidades à medida que elas vão surgindo;
- (b) produto flexível com elevadas capacidades de parametrização e de configuração.

No caso (a), estamos perante uma situação em que uma empresa desenvolve um determinado produto e, ao ser confrontada com novos requisitos, faz evoluir o seu produto de modo a satisfazer às novas necessidades. Neste tipo de abordagem, a empresa procura possuir, em cada momento, um único produto (ou um número muito reduzido de produtos) que ofereça o maior grau de generalidade possível face às solicitações com que foi confrontada.

Deste modo, pretende-se evitar as múltiplas desvantagens associadas a dispôr de uma gama muito diversificada de produtos, de que se destacam:

- dificuldade em dar suporte adequado a todos os produtos;
- necessidade de dispôr de pessoal especializado em cada produto;
- custos de operação muito elevados;
- morosidade no suporte e apoio aos clientes.

A abordagem (a) possui, no entanto, diversos aspectos negativos. Assim, nem sempre é possível assegurar uma evolução concertada das aplicações, havendo tendência para estas se tornarem numa complexa amálgama de funções, pouco estruturadas e de difícil utilização. Isso leva por vezes à necessidade de gerar novas versões, mais ou menos de raiz, o que acarreta grandes investimentos.

Este tipo de abordagem pode por vezes originar situações em que um determinado cliente, ao receber uma nova versão das aplicações de integração (em virtude de uma acção de manutenção correctiva ou melhoramento de algumas características), venha a deparar com um produto significativamente diferente daquele que estava habituado a usar. Isso acarreta diversos inconvenientes de que se salienta a necessidade dos clientes passarem por uma nova fase de aprendizagem e habituação ao produto, o que origina perdas de produtividade e pode causar alguns problemas operacionais devido à falta de domínio da nova versão.

Cientes de todas as desvantagens mencionadas, existem empresas que procuram seguir uma aproximação diferente - caso (b). Essa abordagem consiste em criar um produto o mais versátil e flexível à partida e que possa ser facilmente adaptado a uma grande diversidade de situações e necessidades.

A aproximação típica faz apelo a duas classes de aplicações:

- a aplicação de integração propriamente dita;

- uma ferramenta de edição que permite configurar e parametrizar a aplicação de integração.

A ferramenta de edição permite realizar acções tais como as que se descrevem a seguir¹⁷.

- Desenhar plantas, esquemáticos diversos, representações de equipamentos complexos, quadros sinópticos, etc.
- Posicionar, sobre os elementos gráficos indicados acima, entidades de monitorização e de actuação. Estas entidades correspondem a áreas onde são visualizados valores numéricos ou outro tipo de informação, ou correspondem a zonas sensíveis que permitem desencadear acções quando são activadas.

Normalmente existe um conjunto diversificado de entidades, com características e formas de representação pré-definidas.

As entidades disponíveis podem corresponder directamente a dispositivos físicos (tais como sensores de temperatura, sensores de pressão, sensores de detecção de incêndio, relés, alarmes, trincos de porta, etc) ou a dispositivos lógicos (tais como a temperatura máxima indicada por um determinado sensor, uma diferença de pressão indicada numa dada escala específica, um gráfico de temperaturas representando os últimos valores medidos por determinado sensor, um gráfico de barras relativo à média horária de consumo eléctrico, etc).

- Configurar e parametrizar as diversas entidades de monitorização e actuação.

Indicam-se de seguida exemplos de acções de configuração: identificar os vários tipos de dispositivos físicos (de entre os suportados pelo sistema), atribuição de uma identificação a cada entidade, associação das entidades a dispositivos físicos, definição das vistas¹⁸ existentes, indicação das vistas em que uma dada entidade é visualizada, definição de como as várias vistas se encadeiam e se pode passar de uma para outra, definir o ritmo de leitura de determinado sensor, etc.

No que se refere a acções de parametrização apresentam-se os seguintes exemplos: escolher se uma entidade de monitorização de temperatura deve mostrar os valores em graus Celsius ou Fahrenheit, especificar um valor limite que, se ultrapassado, deve gerar um alarme, definir se um dado gráfico é de pontos ou contínuo, definir para uma entidade lógica a fórmula de conversão da grandeza física que lhe está associada, definir o número de valores a serem visualizados num determinado gráfico, indicar se uma entidade deve efectuar um registo (*log*) dos valores medidos, etc.

¹⁷ As capacidades que se apresentam estão descritas de uma forma geral, já que as empresas não disponibilizam informação detalhada sobre os seus produtos. Os aspectos indicados retratam demonstrações a que o autor assistiu e alguma informação retirada de folhetos comerciais.

¹⁸ O termo *vista* é aqui usado para referir uma dada imagem que pode corresponder, por exemplo, a uma planta ou a um esquemático.

- Definir o formato dos registos (*logs*) a efectuar e tipos de processamento estatístico a realizar. Quer uns quer os outros são seleccionados a partir de uma gama de opções pré-definidas. De referir que, na generalidade dos casos, é possível guardar informação relevante em ficheiros com formatos usados nas bases de dados e folhas de cálculo mais comuns (por exemplo, *Dbase*, *Excel*, *Lotus 123*). Deste modo oferece-se a possibilidade ao utilizador de usar aplicações suas para efectuar tratamentos específicos da informação não contemplados na aplicação de integração.
- Definir funções de interacção entre os sistemas que estão sendo integrados. A abordagem seguida pelos fabricantes nesta área varia consideravelmente. É nítida, no entanto, uma muito menor flexibilidade oferecida aos utilizadores. Isso deve-se à maior complexidade destas questões e à necessidade de um conhecimento aprofundado dos detalhes e particularidades envolvidas. Com frequência, as funções de integração são realizadas recorrendo a equipamentos específicos (por vezes do tipo autómato programável) sendo a definição das funções feita através de uma ferramenta de edição especializada (distinta da ferramenta que tem vindo a ser descrita) e fazendo uso de uma linguagem de programação.

Após a sua definição, as funções de interacção entre sistemas podem ser associadas a entidades de monitorização e/ou de actuação.

Do que foi descrito, certamente ressaltam as vantagens deste tipo de abordagem, de que se destacam a sua flexibilidade e a capacidade de adaptação a uma gama bastante diversificada de situações. No entanto, torna-se claro também que, em virtude da sua generalidade, o seu âmbito de aplicação se encontra bastante restringido, quer em domínio (normalmente apenas são abordados os aspectos mais comuns da Gestão Técnica) quer em termos das funcionalidades oferecidas.

Muito mais há para dizer sobre este tipo de abordagem e sobre as suas virtudes e desvantagens (ver sub-secção 6.1.2). No entanto, importa realçar que se trata de um tipo de aproximação muito prometedora, dada a sua flexibilidade. Adicionalmente, a sua viabilidade de aplicação mantém-se mesmo que se venham a registar consensos e evoluções significativas ao nível dos protocolos de interacção entre diferentes sistemas e independentemente de qual dos três tipos de solução de integração focados anteriormente (ou variantes) venham a ser seguidos.

Em qualquer dos casos, continuará a existir o problema da adequação das aplicações de integração/supervisão ao caso particular que cada edifício constitui. Isso ocorrerá quer para permitir a interacção e a cooperação entre os diferentes sistemas que existirão em cada edifício (cada sistema com as suas características e funcionalidades específicas), quer para oferecer uma interface com o utilizador o mais adequada a cada caso particular.

Mesmo que ocorram grandes desenvolvimentos ao nível da compatibilização de diferentes sistemas, de tal modo que para os integrar baste interligá-los (o que, de qualquer modo, está ainda muito distante no horizonte), permanecerá sempre a questão da adequação da interface com os utilizadores a cada caso particular.

Por outro lado, é natural esperar que um conjunto de novas necessidades estejam constantemente a surgir, de âmbito mais vasto, e que haja vantagens e interesse em obter soluções de integração sempre mais abrangentes, o que implicará permitir a interacção

entre sistemas não compatíveis. Nesta perspectiva, dispôr de formas de integração flexíveis e com elevados graus de adaptabilidade e expansibilidade continuará sempre a fazer sentido e constitui a forma de abordagem mais prometedora.

É neste sentido que surge a plataforma INTEGRE, a qual será detalhada a partir do capítulo 6.