Resumo:

A fim de automatizar o processamento e encaminhamento de mensagens do tipo operacional. ao nível dos Centros Regionais da TAP, pretende-se conceber e implementar um sistema, informático, baseado num microprocessador de 8 bits e num dispositivo de memória de massa, tipo "FLOPPY DISK" que permita a realização destas funções ate então manuais.

Nota Prévia:

Este trabalho está a ser realizado no âmbito do Departamento de informática da UNL e em colaboração com o Departamento de informática e Comunicações da TAP.

No seu estudo e concepção básica há que registar a participação de toda uma equipa de que fazem parte:

- A. Stelger Garção (UNL)
- A. Sarmento (UNL)
- Camarinha de Matos (UNL)
- Egas Branco (TAP)
- Victor Sopa (TAP).

PROJECTO PARA UM SISTEMA DE COMUTAÇÃO DE MENSAGENS

1 - INTRODUÇÃO

A TAP - Transportes Aéreos Portugueses dispõe actualmente, para aceder ao sistema de reservas de bilhetes (IPARS). gestão de carga (CARGOMATIC) e controle de chegadas e partidas de um sistema de comunicações Interligado à rede SITA:

No entanto e também interligado a este sistema através do nó de Lisboa, encontra-se outro circuito de transmissão de mensagens, este destinado a trafego tipo operacional.

Neste outro circuito, apenas Lisboa dispõe de um suporte automático de comutação de mensagens

(Sistema ADX). que, além de controlar as ligações internacionais (via Rede SITA), assegura o encaminhamento e controlo de mensagens destinadas aos outros Centros regionais TAP em território Nacional.

No entanto, em cada um desses Centros Regionais (Faro, Porto, Madeira e Açores), para assegurar as ligações com os diversos destinatários/remetentes locais, as mensagens que chegam a um Centro de despacho são manualmente encaminhadas quer através de linha; de telex alugadas, quer através de linhas próprias da TAP, quer ainda em certos casos através de estafetas.

2-DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A fim de obviar a este oneroso e pouco eficaz manuseamento das mensagens em cada Centro Regional, pretende-se conceber, projectar e pôr em funcionamento em cada um destes Centros um sistema automático de comunicação de mensagens.

Entrando em consideração com os factores referidos atrás, as principais funções a desempenhar por este sistema serão:

2.1 Recepção das mensagens provenientes de cada um dos Canais de chegada (locais e remotos).

2.2 -Análise sintáctica da mensagem; em caso de erro envio de mensagem de rejeição, indicando a causa, para o operador de emissão. Vide exemplo de formato de msg.

2.3- Análise semântica do cabeçalho, e processamento das acções por ele determinadas;

-Considerando que a capacidade de escoamento de tráfego de cada um das vias de saída é limitada, prevê-se a hipótese de criação de filas de espera de saída em cada um destes canais: essas filas serão organizadas atendendo aos níveis de prioridade de cada uma das mensagens .

Para o efeito prevê-se que seja necessário dotar o sistema com dispositivos de memória de massa "on line"

2.5- Criação e manutenção de um arquivo "longo termo" em suporte local, contendo as mensagens processadas nas últimas horas.

O intervalo de tempo abrangido por este arquivo, dependerá fundamentalmente do tráfego existente, uma vez que prevê-se que a capacidade de armazenamento seja limitada a cerca de. 200.000 caracteres de texto. Este valor, resulta do estudo do tráfego médio e das necessidades de arquivo, sendo portanto uma especificação de partida.

2.6 - Elaboração de dados estatísticos sobre o funcionamento do sistema, assim como notificação de certos acontecimentos relevantes ao tráfego; estes dados serão impressos num ponto de saída, anexo a

consola de supervisão do sistema.

2.7 -A consola de supervisão do sistema deverá permitir ao responsável pela operação definir certas características do sistema (canais "abertos"/ fechados, tabela de encaminhamentos. etc.) assim como permitir intervir a nível de fluxo de tráfego, por exemplo, pedindo repetição de uma determinada mensagem, alterando a prioridade de outra ou mesmo desviando tráfego de um canal de saída para outro, entre outras.

3 - PROPOSTA PARA A RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Sem pretender ter descrito exhaustivamente as características a que deve obedecer o sistema em causa, poderemos em face das funções referidas, avançar desde já com uma proposta de sistema, que permite satisfazer os requisitos em causa.

O sistema automático de comutação de mensagens a instalar em cada dos centros regionais TAP terá como órgão central um microprocessador de bits.

Este microprocessador terá como periférico local de memória uma unidade de "diskettes" com capacidade de pelo menos 200kbites formatados.

Os canais de entrada saída, tipo serie assíncrona, serie em numero de 8 mas expansíveis facilmente até pelo menos 16.

O programa controlo do sistema deverá residir em ROM (EPROM) e/ou "diskette", sendo portanto carregado em RAM para execução. Desta decisão derivará o dimensionamento e tipificação da memória necessária.

Diagrama de blocos da arquitectura proposta

Em relação à arquitectura proposta permitimo-nos realçar, os seguintes pontos:

-Todas as operações de input/output serão desencadeadas por INTERRUPTS.

-O controlador de "Floppy disk" efectuará transferencias para a memória RAM do microcomputador ,através do processo DMA.

-A necessidade de existência de variadas acções dependentes de temporizações, assim como a necessidade do conhecimento pelo sistema, em cada instante, do tempo real, conduz à existência de um módulo hardware/software denominado "relógio de tempo real".

-A fim de precaver o sistema contra eventuais falhas na tensão de alimentação, propõe-se a opção "imobilização ordenado" (safe shutdown) em alternativa a sistemas de "back up" de alimentação, os quais não teriam sentido, visto essas falhas afectarem igualmente os dispositivos de comunicação (teleimpressores, etc.).

Dentro da mesma preocupação de assegurar a maior fiabilidade possível ao sistema, que, chama-se à atenção, é suposto funcionar 24 horas em 24, prevê-se um mecanismo de auto-teste e/ou "watch dog" que embora não muito sofisticado, permite a recuperação sem consequências irreparáveis, de eventuais falhas de funcionamento esporádicas, isto é, não repetitivas nem permanentes.

-A fim de garantir, por um lado, a fiabilidade requerida aos diversos circuitos que irão constituir este sistema, e por outro uma facilidade futura nas tarefas de manutenção deste, tentar-se-á sempre que possível recorrer. pare a implementação desta arquitectura. a módulos (placas) "Standard" e de qualidade reconhecida no mercado internacional.

4-ORGANIZAÇÃO DE PROGRAMA

A fim de que o programa de controle do sistema em causa. permita: aproveitar as potencialidades: do hardware proposto, optimizando portanto a sua eficiência; facilitar as tarefas de manutenção e/ou desenvolvimento futuros do sistema; tornar realizáveis em tempo útil, as tarefas de "afinação" do protótipo, pensase estruturar este segundo uma filosofia modular, em que cada uma das tarefas básicas a desempenhar, (recepção de um caracter, envio de um caracter, análise sintáctica de uma mensagem, armazenamento de uma mensagem no disco, etc.) seja executada por um módulo.

-Cada um dos processos escritos nesses módulos, serão desencadeados pela existência de um dos seguintes acontecimentos:

-Recepção de um caracter de qualquer dos canais de recepção

-Canal de transmissão livre, havendo trafego a enviar por ele.

-Relógio de tempo real.

Certos processos poderão ficar suspensos durante um certo intervalo de tempo, caso algum recurso de que necessitem (por exemplo acesso ao disco) não esteja imediatamente disponível. (Vide diagrama de estados anexo)

Crê-se que esta estrutura se aproximar; em alguns pontos de uma operação tipo multiprogramação.

De facto a execução de cada um dos módulos e independente dos outros e o seu encadeamento e determinado por uma entidade exterior a eles (supervisor), que no entanto neste caso, se apresenta sob uma forma rudimentar.

Esta função será realizada, por um lado, pelo mecanismo de interrupções, isto é será em última análise realizada pelos acontecimentos exteriores ao processador, e por outro por cada um dos processos na medida em que considerem a interrupção surgida, como de prioridade superior ou inferior à sua própria execução.

- A interrupção proveniente do "detector de falha de tensão" com prioridade máxima, originará por um lado a paragem "ordenada" do sistema e por outro assegurar a salvaguarda em disco de quaisquer dados e/ou parâmetros relevantes dos estado do sistema, a fim de permitir a sua recuperação manual ou automática, após o restabelecimento da normalidade.

Com o objectivo de corrigir eventuais avarias ou maus funcionamentos do sistema, de caracter episódico, ou melhor, de restringir ao mínimo as suas consequências, implementar-se-á um módulo de "softrecovery" que será desencadeado através de mecanismos "hard", sempre que por qualquer dos motivos apontados, o programa deixe de se executar segundo a sequência normal.

Obviamente que, deficiências que não alterem esta sequência não serão detectadas, mas neste caso,

as suas consequências serão também de alcance limitado, logo recuperáveis e corrigíveis em níveis superiores.

O módulo de diálogo com o operador de supervisão, permitirá a este definir a configuração do sistema (por exemplo "abrir" e "fechar" canais), fornecer as tabelas de endereçamento, (relação endereço lógico - endereço físico de cada canal), assim como intervir no fluxo Interno das mensagens (vide diagrama de fluxo de mensagens funções S).

ORGANIZAÇÃO DE DADOS

Um dos pontos fulcrais no bom desempenho das funções a cometer a este sistema, será seguramente o modo como os dados (mensagens) serão organizados, enquanto permanecerem no sistema.

Uma análise detalhada, por um lado das características (estrutura, quantidade e taxa de movimentação) destas mensagens, e por outro, dos requisitos a exigir ao sistema do ponto de vista de localização de uma determinada mensagem, seja para a retransmitir, seja para alterar as suas características, permitem-nos desde já, avançar algumas propostas de organização das mesmas, enquanto residentes no sistema, (vide Diagrama de fluxo das mensagens).

a -Cada mensagem é recebida do canal de chegada para um buffer em RAM, fino para cada canal, ou eventualmente numa base de "free buffer allocation".

b -Após análise sintáctica bem sucedida, é armazenado em disco, sendo colocados os apontadores correspondentes, nas filas de espera dos processos que a irão operar (geralmente processos transmissão) correspondentes ao/aos canais a que se destina.

Estas filas de espera serão organizadas, para cada canal de saída, não numa única. mas em quatro filas, uma para cada prioridade de transmissão.

Dado a dimensão limitada previsível para estas fins, admite -se como possível e desejável, a organização destas filas em memória RAM (note -se que apenas se organizar; em fila de espera, os apontadores para as respectivas mensagens). Esta organização permite simplificar extraordinariamente as operações de entrada e saída de mensagens nessas filas de espera.

Sempre que estas filas de espera atinjam um estado de ocupação superior a um determinado valor indeterminado, o sistema Informará o operador de supervisão desse facto, a fim de este poder providenciar.

C -Após transmissão a mensagem transitará para o "arquivo longo termo", isto é, o seu apontador será passado ao arquivo longo termo. Este deverá estar organizado sequencialmente por ordem de antiguidade de modo a poder desembaraçar-se da "mensagem mais antiga em arquivo", quando o processo recepção solicitar espaço em disco para armazenar mensagem chegada.

Ofacto de poder ser requisitada a retransmissão, de uma mensagem já no arquivo, retransmissão essa pedida pelo nº de mensagem e nº de canal de saída, implicaria, a fim de essa pesquisa não ser intoleravelmente morosa, que este arquivo além de estar organizado em um único ficheiro lógico, ordenado e gerido pela cronologia dos seus "records" (mensagens), possa ser gerido (pesquisado)

paralelamente como vários ficheiros lógicos correspondentes a

cada um dos canais de saída.

Como hipóteses, alternativas para a estruturação lógica deste arquivo podemos encarar como mais viáveis.

-Lista ligada - Cada elemento (msg) aponta para o seu sucessor lógico dentro do arquivo. Apontadores duplos permitem que o mesmo conjunto de elementos possa ser encarado como vários ficheiros lógicos

Esta organização implicaria que, para poder gerir de um modo óptimo os apontadores "Canal 1 Fim" aquando da libertação da "msg+ antiga" existissem apontadores inversos dentro de cada um dos ficheiros lógicos de canal.

Além disso, a existência de apontadores inversos, traria ao sistema uma vantagem lateral. A pesquisa, dentro de cada um dos ficheiros Canal, de uma msg com determinada numeração, (desde que se dispusesse de memória RAM da indicação de qual a numeração das 1ª e última msg desse ficheiro poderia ser indicada a partir do fim ou do princípio do ficheiro, conforme mais conveniente, sempre no entanto de uma forma sequencial.

Numa análise superficial, esta facilidade reduziria para 50% o tempo médio de pesquisa.

Esta organização apresenta contudo, além das vantagens enumeradas, certos inconvenientes:

- operações de leitura e escrita no disco da msg anterior para actualizar apontadores, aquando da inserção no arquivo histórico de uma msg.

-Leitura da mensagem a eliminar, para conhecer qual o seu predecessor lógico.

-Grande complexidade na inserção nos ficheiros de mensagens com vários destinatários. Cópias idênticas de mensagem no arquivo.

-A pesquisa de uma msg com determinado numero e saída por determinado canal para retransmissão, era mesmo assim uma operação morosa.

2Tabela de apontadores. Cada elemento, e a sua ordem dentro do ficheiro, é determinada com auxílio de uma tabela constituída pelos apontadores de todos os elementos do ficheiro.

Considerando que 2000 será uma estimativa possível para o número de mensagens existentes em arquivo, torna-se clero que esta tabela, a residir em memória central ocuparia um espaço exagerado.

A solução que se apresenta como Imediata é guardar esta tabela em diskette. Contudo, isso implicaria que sempre que houvesse necessidade de introduzir ou retirar uma mensagem do arquivo seria necessário uma operação de leitura e escrita no disco, a fim de a actualizar.

A fim de obviar a estes inconvenientes, propõe-se o seguinte:

-A tabela de apontadores residirá em diskette, ocupando o número de sectores necessário.

Os sectores correspondentes ao princípio e fim de ficheiros, residirão em memória central; quando cheio (o do princípio) e vazio o do fim, será transferido de/para a diskette o segmento seguinte de tabela.

Com este método reduzir-se-ão os acessos a diskette a apenas uma leitura escrita por cada 64 (ou 32) mensagens chegadas (ver formato de tabela).

Este método traria ainda inconvenientes do ponto de vista de ocupação de memória, se mantivéssemos a ideia de organizar as mensagens também por canal de saída (pois seria necessário um numero de bytes igual a $256 \times n^0$ de canais de saída para o efeito).

Contudo, se acrescentarmos a informação existente na tabela do ficheiro cronológico, (apontador para localização física de cada mensagem), alguns dos relevantes para a pesquisa de mensagem a retransmitir. esses ficheiros "canal desaiída" podem ser obtidos (ver formato).

Assim a localização de uma determinada msg dentro do arquivo longo termo, consistirá numa pesquisa, que pode ser pelo método de "binary search", dentre os sectores em diskette onde está localizada a tabela que implementa o arquivo.

Note-se que o comprimento desta tabela será da ordem de 70 sectores. Note -se ainda que, dada a forma de criação da tabela, esta estará implementada fisicamente em sectores contíguos sequencialmente.

3.Observações finais à estruturação deste arquivo.

Considera-se que um método de "Hash-coding" não poderá ser implementada, na medida em que a localização física de cada msg é perfeitamente aleatória (vide alocação de espaço no disco para mensagem recebida).

Torna-se evidente que qualquer dos métodos apresentados apresenta inconvenientes e vantagens. Uma análise mais profunda, irá permitir definir qual deles (ou eventualmente qualquer nova solução que se nos apresente mais interessante) será a escolhida.

d - A localização de uma mensagem, ainda não transmitida, para efectuar p. ex., alteração do seu grau de prioridade (pelo operador de supervisão), mensagem essa referida pelo numero e canal de chegada, reveste-se de um caracter mais trabalhoso:

ou se mantém uma tabela de apontadores indicando a localização ou localizações de cada uma das msg chegadas e ainda não enviadas, e isso, á custa da gestão destas tabelas tornaria o processo imediato, ou na ausência dessa tabela, será necessário efectuar uma pesquisa sequencial e exaustiva em todas as Filas de espera de transmissão a fim de localizar a mensagem.

É contudo previsível que essas filas de espera não sejam muito longas, e mais uma vez esta operação será pouco frequente.

Embora não mencionados aqui em detalhe, torna-se evidente que deverá existir em RAM, i.e, permanentemente, um certo numero de variáveis temporárias do sistema (apontadores, numeradores de mensagens a transmitir e a receber por canal, hora actual, etc. etc.) que terão que ser convenientemente geridas, de modo a permitir uma operação eficiente do sistema.

6 - OBSERVAÇÕES FINAIS

- Embora possa parecer estranho que na análise de um sistema de comutação de mensagens não seja feita referencia ao débito global de transferencia do sistema, e este seja analisado conjuntamente com a diversidade de processamentos a efectuar, o facto de que o numero de terminais é limitado (máximo 16) e a sua velocidade de transmissão está dependente das linhas a utilizar, que permitem no máximo 50 bauds (salvo, eventualmente a linha de ligação a Lisboa que poderá ter 300 ou 1200 baud), faz com que esse problema se torne secundário.

Este projecto destina-se a resolver uma necessidade concreta de uma Entidade Nacional; como tal, tem como objectivo a satisfação de especificações bem definidas, o que nos permite à partida simplificar certas soluções, que doutro modo deveriam contemplar situações mais desfavoráveis de funcionamento.

Em contrapartida, a responsabilidade de um calendário de execução, que deve ser cumprido, introduz um parâmetro novo e aliciante neste projecto, pelo menos se considerarmos, que ele não é geralmente tido como primordial dentro das coordenadas em que se movem as actividades de Investigação e Desenvolvimento Universitárias em Portugal.

Lisboa, 26 de Novembro de 1979