

**GERMÁN ALEJANDRO PALÁCIOS GARRIDO
SERGIO DE TOLEDO RIBEIRO**

**DIRETRIZES PARA INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DO CENTRO DE
CONROLE NA ÁREA METRO-FERROVIÁRIA**

**São Paulo
2012**

**GERMÁN ALEJANDRO PALÁCIOS GARRIDO
SERGIO DE TOLEDO RIBEIRO**

**DIRETRIZES PARA INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DO CENTRO DE
CONROLE NA ÁREA METRO-FERROVIÁRIA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo, Curso de
Especialização em Tecnologia Metro-
Ferroviária desenvolvido no âmbito do
Programa de Educação Continuada em
Engenharia - PECE

Orientador: Prof. Dr. João Batista
Camargo Jr.

São Paulo
2012

Agradecimentos

À Companhia do Metropolitano de São Paulo – METRÔ, à Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM e à Universidade Cooperativa - UNIMETRO, que propiciaram a realização deste curso.

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, através de seu Programa de Educação Continuada em Engenharia – PECE e em especial ao Prof. Dr. João Batista de Camargo Júnior, pela orientação e dedicação ao grupo.

Aos nossos familiares, pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

Às pessoas do Metrô – SP que direta ou indiretamente nos auxiliaram no decorrer do nosso trabalho.

Resumo

A Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ está passando por um momento de adequação nos centros de controle centralizados. Uma série de fatores, como o crescimento de uma linha ou troca de um sistema, fazem com que os postos de trabalho agreguem equipamentos como mouses, teclados, monitores, rádios e telefones, afastando a maneira de realizar o trabalho das regras de ergonomia e usabilidade adequadas para os operadores. Este trabalho visa a Integração dos diversos sistemas propondo diretrizes que, se forem seguidas, organizam os postos de trabalho do centro de controle centralizado, fazendo com que eles se adéquem às novas necessidades.

Palavras-chave: centro de controle, integração, ergonomia, diretrizes.

Abstract

The Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ is going through a phase of adjustment of its Center of Operational Control (CCO). A number of factors, such as the expansion of a line or an exchange system add devices to the workstations (mice, keyboards, monitors, radios, phones) bringing difficulties for the ergonomic considerations and proper usability for CCO operators. This work aims at the integration of various systems proposing guidelines that, if followed, organize the jobs of centralized control center, making them suited to the new requirements.

Keywords: control center, integration, ergonomics guidelines.

Lista de ilustrações

Figura 1 - Metrô de São Paulo	13
Figura 2 - Funções do Centro de Controle	16
Figura 3 - Console de Controle de Tráfego da Linha 2	24
Figura 4 - Console de Controle de Fluxo de Passageiros da Linha 2	26
Figura 5 - Console de Controle de Energia e Equipamentos Auxiliares das Linhas 2 e 3	28
Figura 6 - Console de Controle do Pátio Jabaquara	30
Figura 7 - Console de Controle de Fluxo de Passageiros e Controle de Tráfego	34
Figura 8 - Comandos de CFTV a partir da barra de menu	45
Figura 9 - Arquitetura típica de sistema de controle	53
Figura 10 - Arquitetura utilizando computadores separados em cada sistema	54
Figura 11 - Arquitetura utilizando conexão remota com área de trabalho	55
Figura 12 - arquitetura utilizando IHM única.....	57
Figura 13 - Arquitetura com rede KVM.....	59

Lista de abreviaturas e siglas

IHM – Interface Homem Máquina
CCO – Centro de Controle Operacional
CCT – Console de Controle de Trens
CEA – Console de Energia e Auxiliares
CFP – Console de Fluxo de Passageiros
CPAT – Console de Controle de Pátio
CCS – Console de Controle de Segurança
PNE – Pessoas com necessidades especiais
SPAP – Sistema de Proteção contra Acidentes na Plataforma
SSO – Sala de Supervisão Operacional
SCMVD – Sistema de Comunicação Móvel de Voz e Dados
CFTV – Circuito Fechado de Televisão – CCTV Closed Circuit Tele Vision
PA – *Public Addressing* – Audição pública
CoMet – *Community of Metro*
VoIP – *Voice over IP* – Voz sobre IP
CMD – Comando
SIS – Sistema
REC – Reconhecido
MTTR – *Medium Time To Repair*
MTTF – *Medium Time To Fail*
FMEA – *Fail Mode Effects Analise*
LCD – *Liquid Cristal Display* – tela de cristal líquido
HD – *Hi Definition* – Alta definição
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
HTML
OPC – *Open Process Control*
KVM – *Keyboard, Video, Mouse*
KVMoIP – *Keyboard, Video, Mouse over IP*

Sumário

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract	5
Lista de ilustrações	6
Lista de abreviaturas e siglas	7
Sumário	8
1 Introdução	11
1.1 <i>Histórico</i>	12
1.2 <i>Objetivo</i>	14
1.3 <i>Contexto atual</i>	14
1.4 <i>Apresentação</i>	15
2 Descrição Funcional do Centro de Controle	16
2.1 <i>Tráfego</i>	16
2.2 <i>Energia</i>	17
2.3 <i>Equipamentos auxiliares</i>	18
2.4 <i>Fluxo de passageiros</i>	18
2.5 <i>Monitoramento por câmeras</i>	19
2.6 <i>Comunicação</i>	19
2.7 <i>Multimídia</i>	19
2.8 <i>Arrecadação</i>	20
2.9 <i>Controle de acesso</i>	20
2.10 <i>Sistemas Administrativos</i>	20
2.11 <i>Pessoas com necessidades especiais - PNE</i>	21
2.12 <i>Sistema de Proteção contra Acidentes na Plataforma – SPAP</i>	21
3 Arquitetura atual do Centro de Controle	23
3.1 <i>Console de Controle de Tráfego</i>	23
3.1.1 <i>Comunicação</i>	24
3.1.2 <i>Interface Homem Máquina – IHM</i>	24
3.1.3 <i>Visualização de Imagens</i>	25
3.1.4 <i>Sistemas Administrativos</i>	25
3.1.5 <i>SPAP</i>	25
3.1.6 <i>Equipamentos do Console de Controle de Trens</i>	25
3.2 <i>Console de Controle de Fluxo de Passageiros</i>	25

3.2.1	Comunicação	26
3.2.2	Interface Homem Máquina – IHM.....	26
3.2.3	Sistemas Administrativos.....	27
3.2.4	Sistema de Monitoração Eletrônica	27
3.2.5	SPAP	27
3.2.6	Equipamentos do Console de Controle de Fluxo de Passageiros.....	27
3.3	<i>Console de Controle de Energia e Equipamentos Auxiliares</i>	27
3.3.1	Comunicação	28
3.3.2	Interface Homem Máquina – IHM.....	28
3.3.3	Sistemas Administrativos.....	29
3.3.4	SPAP	29
3.3.5	Equipamentos do Console de Controle de Energia e Equipamentos Auxiliares	29
3.4	<i>Console de Controle do Pátio</i>	29
3.4.1	Comunicação	30
3.4.2	Interface Homem Máquina – IHM.....	30
3.4.3	Sistemas Administrativos.....	30
3.4.4	SPAP	31
3.4.5	Equipamentos do Console de Controle do Pátio	31
4	Pesquisa de Campo	32
4.1	<i>Pesquisa no CoMet</i>	32
4.2	<i>Entrevista com operadores da Sala de Controle</i>	34
4.2.1	Configuração física dos postos	34
4.2.2	Interoperabilidade entre os postos	35
4.2.3	Funções administrativas.....	35
4.3	<i>Ergonomia</i>	36
4.3.1	A Postura nas Salas de Controle.....	36
4.3.2	Configuração das Telas	38
4.4	<i>Usabilidade</i>	39
5	Diretrizes para integração	41
5.1	<i>Posto de Operação</i>	41
5.2	<i>Dinâmica de operação</i>	41
5.2.1	Navegação entre telas.....	41
5.2.2	Simbologia e cores	43
5.2.3	Apresentação de alarmes.....	44
5.2.4	Acionamento das funções	44

5.2.5 Registro de alarmes, comandos e indicações	46
5.2.6 Relatórios	47
5.2.7 Ajuda ao operador (<i>help</i>)	47
5.3 <i>Transparência</i>	48
5.4 <i>Permissões de acesso</i>	49
5.5 <i>Flexibilidade</i>	49
5.6 <i>Ergonomia</i>	49
5.7 <i>Desempenho</i>	49
5.8 <i>Segurança</i>	50
5.9 <i>Confiabilidade e Disponibilidade</i>	50
5.10 <i>Equipamentos</i>	51
6 Sugestões de arquitetura	52
6.1 <i>Conexão de área de trabalho remota</i>	53
6.2 <i>IHM única</i>	56
6.3 <i>Aplicação web</i>	57
6.4 <i>Extensor de teclado, vídeo e mouse</i>	58
7 Considerações finais	60
Bibliografia.....	62
Anexo A – Questionário do CoMet.....	63

1 INTRODUÇÃO

O homem sempre teve a iniciativa de estudar para achar soluções aos problemas que limitam o processo evolutivo. Muito desses estudos fizeram com que ocorresse um desenvolvimento muito grande, principalmente a partir do início do século passado, no que se entende como tecnologia. Este avanço permitiu achar soluções para os problemas de supervisionar e comandar sistemas críticos. Uma dessas soluções foi a criação dos centros de controle ou salas de controle. Elas são o local físico que concentra equipamentos que auxiliam na tomada de decisão e concentram os parâmetros de um processo que, através de automatismos previamente concebidos, reagem em uma escala de tempo considerada adequada, fazendo com que o mesmo não saia de controle. Em caso dos automatismos não funcionarem a intervenção do homem é necessária.

O controle de processos pode ser definido como sendo “o conjunto de intervenções que buscam manter as grandezas físicas, que interferem em determinados valores, sejam quais forem as variações” e que “o objetivo desse procedimento é obter, permanentemente, um funcionamento normal, atuando em regulagens pontuais que devem ser executadas pelos automatismos ou pelos operadores humanos” (ZAMBERLAN & SANTOS, 1992).

Os Centros de Controle tiveram um grande desenvolvimento em Sistemas que necessitam controlar vários processos, como por exemplo, refinação de petróleo, controle de usina nuclear, controle de tráfego aéreo, controle das linhas de metrô e trem, entre outras.

Uma vez que é necessária a presença humana supervisionando e, às vezes, atuando em alguns dos processos surgiram também estudos sobre as necessidades humanas dentro destes centros de controle.

A Ergonomia, ciência que vem estudando as transformações das atividades humanas no trabalho, participa a alguns anos dos processos de automação, adaptando as situações de trabalho ao homem. Trabalhos como os de (SPERANDIO, 1984), (DE KEYSER, 1980) (DANIELLOU, 1986) contribuíram para a elaboração de alguns modelos sobre o trabalho humano.

A usabilidade, que é um estudo mais voltado às características da Interface Homem Máquina, a partir de agora denominada de IHM, em relação ao Operador, têm crescido na procura de soluções para sistemas de informação automatizados. De acordo

com (BEVAN & MACLEOD, 1994), a usabilidade pode ser mensurada de acordo com os atributos ergonômicos do produto, em termos de esforço mental e atitudes dos usuários e pela forma como os usuários interagem com o produto e sua aceitação.

Devido à necessidade humana em avançar, as tecnologias estão cada vez mais permitindo agrupar recursos em um mesmo local. Dentro deste contexto, quando há uma migração para um sistema mais moderno, é necessário fazer estudos de como fazer a integração entre esta nova tecnologia com a que já estava instalada.

Essa avaliação deve ocorrer devido a vários fatores, como por exemplo:

- Projetos e fornecedores diferentes;
- Uso de equipamentos e sistemas de mercado;
- Custo relativamente baixo de computadores sofisticados;
- Sistemas operacionais abundantes em recursos;
- Programas simples para elaboração de telas gráficas sofisticadas;
- Gerenciadores de banco de dados poderosos e gratuitos;
- Metodologias de desenvolvimento;
- Etc.

Existe uma tendência natural para que cada função necessária à operação do centro de controle seja implementada por um sistema específico.

Isto nos traz consequências indesejáveis, tais como:

- Dinâmicas de trabalho diferente, em cada sistema;
- Duplicidade de informações;
- IHM com simbologias, padrões de cores e layouts diferentes;
- Vários monitores, teclados e mouses para um único posto de operação;
- Falta de interação entre sistemas.

1.1 HISTÓRICO

A primeira vez que a ideia de transporte subterrâneo no Brasil surgiu foi em 1927, quando foi apresentado à Prefeitura de São Paulo o Plano Light, que previa a construção de vias subterrâneas interligadas às linhas de bondes. Nas décadas seguintes, novos projetos foram propostos por empresas nacionais e internacionais e, na década de 40, os franceses sugeriram a criação inicial de duas linhas: norte-sul e leste-oeste. Mesmo de forma lenta, a ideia foi tomando corpo e enfim, na década de

60, o Prefeito Faria Lima assinou a Lei Municipal que autorizou a criação da Companhia do Metropolitano de São Paulo. O consórcio HDM, formado pelas empresas alemãs Hochtief e Deconsult e pela nacional Montreal, ganhou o processo de concorrência e apresentou estudos econômicos e pré-projeto do primeiro metrô brasileiro.

Em abril de 1968 foi fundada a Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ e, em alguns meses, começaram as obras do novo transporte da cidade. Desde o início, a empresa mostrou sua vocação para o desenvolvimento tecnológico. À frente de seu tempo, o METRÔ considerou no seu planejamento parâmetros de projetos inéditos no País, com técnicas de automação e equipamentos de controle que trouxessem segurança, regularidade, conforto e reduzido intervalo entre trens, baseado em rigorosas normas internacionais dos metrôs do mundo. Também investiu em um corpo técnico de alto nível, recursos avançados e pesquisas incessantes de mercado até tornar-se um dos melhores metrôs do mundo.

Após 44 anos, o Metrô de São Paulo é um transporte coletivo essencial para a cidade, uma empresa que conduz quatro linhas em operação, 65,3 quilômetros de rede, 58 estações, 150 trens e transportou, em 2011, 1.087 milhões de passageiros. É um referencial de padrão de serviço dentro da comunidade dos metrôs no mundo, que dissemina seu *know-how* para outras cidades brasileiras e para o mundo.



Figura 1 – Metrô de São Paulo, fonte: (www.memoriаметro.com.br)

1.2 OBJETIVO

O Centro de Controle Operacional (CCO) tem por finalidade supervisionar e controlar o sistema metroviário, bem como minimizar eventuais interferências provocadas por equipamentos e/ou pessoas pertencentes ou não ao sistema. A centralização das informações possibilita ao operador do CCO ter uma visão sistêmica e completa, permitindo-lhe administrar recursos de forma otimizada.

Atualmente, no Metrô de São Paulo, cada linha é supervisionada por três postos diferentes:

- Tráfego (Console de Controle de Trens - CCT)
- Energia e Auxiliares (Console de Energia e Auxiliares - CEA)
- Fluxo de Passageiros (Console de Fluxo de Passageiros - CFP)

A Linha 1 já conta com o posto de controle do pátio, que também será implantado nas demais linhas:

- Pátio (Console de Controle de Pátio – CPAT)

Cada posto tem acesso a vários sistemas, que serão descritos nos próximos tópicos. Com o avanço da tecnologia e através dos estudos realizados nas áreas de ergonomia e usabilidade, é possível fazer com que os problemas que geralmente aparecem na modernização de sistemas não sejam obstáculos na integração destes com os outros já controlados pelo posto de trabalho ou, pelo menos, que sejam minimizados.

Este trabalho tem como objetivo criar diretrizes (regras e padrões) para orientar a integração de vários sistemas diferentes, fazendo com que se apresentem para o operador do Centro de Controle Operacional como um único sistema.

1.3 CONTEXTO ATUAL

Durante a elaboração deste trabalho, alguns dos sistemas que compõem o controle centralizado do Metrô de São Paulo passavam por processo de modernização, porém a estrutura de postos de trabalho continuou sendo mantida e estes sistemas entraram nos postos já existentes.

Para o desenvolvimento deste estudo, será considerada a configuração após a reforma do CCO.

Esta configuração está descrita nos próximos itens.

1.4 APRESENTAÇÃO

No primeiro capítulo é apresentada uma breve explanação sobre a evolução do que se conhece como salas de controle e a sua interação com as atividades humanas nos processos automatizados. Também será apresentado um histórico do Metrô de São Paulo.

No segundo e terceiro capítulos são abordadas as questões funcionais e o seu agrupamento no CCO, qual a responsabilidade de cada sistema, o seu agrupamento em consoles e quais os equipamentos que estas dispõem para poder realizar a supervisão e o controle.

No quarto capítulo são apresentadas as pesquisas de campo realizadas, a dinâmica de operação dos postos de controle e os artigos sobre ergonomia e usabilidade que serviram de referência ao trabalho.

O quinto capítulo contém o resultado do estudo realizado. É nele que são apresentadas as diretrizes que devem ser levadas em consideração para realizar as integrações dos sistemas dentro do CCO.

No sexto capítulo, são apresentadas sugestões de arquitetura para implementação. E finalmente, no sétimo capítulo, são apresentadas algumas considerações finais.

2 DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO CENTRO DE CONTROLE

Os sistemas que compõem o Centro de Controle Operacional fornecem aos seus operadores um conjunto de funcionalidades que permitem monitorar e se comunicar com os usuários, coordenar equipes de campo, supervisionar e telecomandar equipamentos, rastrear e regular automaticamente a distribuição dos trens e interagir nos automatismos, quando necessário. A seguir, são descritas as principais funcionalidades, que estão apresentadas de forma resumida na figura 2.

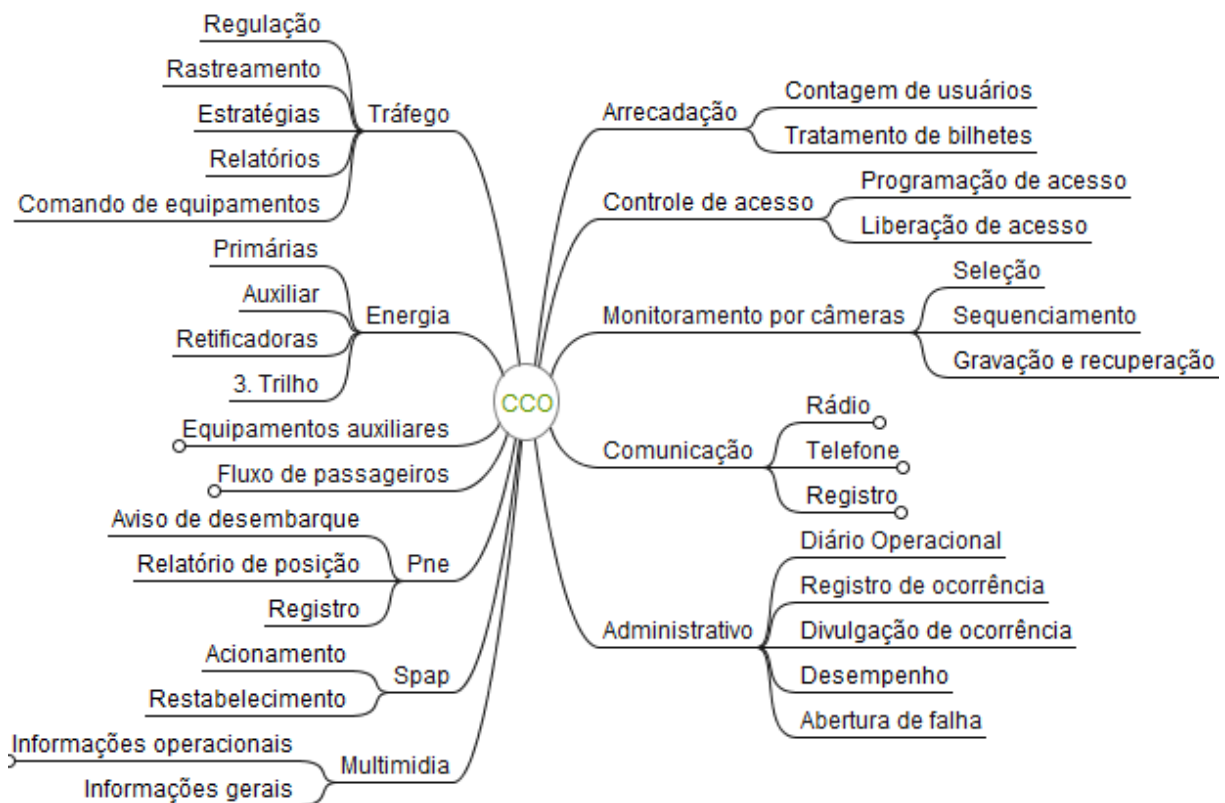


Figura 2 - Funções do Centro de Controle

2.1 TRÁFEGO

O sistema de transporte metroviário é projetado para transportar usuários com segurança, conforto e rapidez. A operação é planejada para oferecer a quantidade de viagens necessárias para atender uma demanda de usuários estimada. Visando cumprir este planejamento, o grupo de funções de tráfego realiza a supervisão e controle de movimentação de trens nas linhas, estacionamentos e pátios.

As funções de regulação da linha controlam a distribuição de trens conforme a programação de oferta de trens. Executam a programação de entrada e saída dos trens nas vias, nos pátios e estacionamentos. Também são responsáveis por adequar a

distribuição dos trens ao contexto operacional existente. Corrigem desvios atuando no desempenho dos trens e no tempo de parada nas estações.

As funções de rastreamento de trens mantêm informações de identificação e localização de todos os trens na via.

O grupo de funções de tráfego também fornece um conjunto de recursos para contornar situações de anormalidades como, por exemplo, operação em via singela (trecho de via comum com trens circulando nos dois sentidos) ou elo provisório (trens retornando antes de chegar ao fim do trajeto).

O operador do centro de controle dispõe de uma série de informações sobre o comportamento e desempenho do sistema. É possível conhecer os possíveis atrasos e adiantamento dos trens e sua distribuição de linha.

A partir do centro de controle, é possível interagir nos processos automáticos de regulação, através de comandos para todos os equipamentos envolvidos na movimentação dos trens. O operador pode reter um trem numa plataforma, alterar o tempo de parada ou liberar o trem para partir, controlar os equipamentos envolvidos nos alinhamentos de rotas e interferir no desempenho dos trens. A partir da integração com o sistema de controle de energia, o operador de tráfego pode também comandar a desenergização e energização da via ou de trechos de via.

2.2 ENERGIA

A distribuição e transformação de energia elétrica no Metrô são realizadas por meio de um conjunto de equipamentos que permitem que a energia recebida da concessionária alimente os equipamentos de estações, vias e trens.

A subestação primária recebe energia elétrica em alta tensão da concessionária, realiza a transformação para média tensão, que é distribuída entre as estações e pátios. A subestação primária é composta de equipamentos como transformadores e disjuntores.

A subestação auxiliar converte média tensão para níveis compatíveis com os equipamentos da estação (escadas rolantes, bloqueios, painéis, lâmpadas, etc.). A subestação auxiliar é composta por equipamentos como transformadores, *feeders*, seccionadoras e barras de distribuição.

A subestação retificadora abaixa e retifica a média tensão recebida para alimentar o sistema de tração dos trens. Esta subestação é composta por grupos de retificadores, seccionadoras, *feeders* e sensores.

O 3º trilho fornece alimentação elétrica para tração e demais sistemas dos trens. O sistema é composto pelo terceiro trilho, sensores de tensão e seccionadoras de via. A partir do centro de controle, é possível conhecer o estado de cada equipamento que compõe o sistema. É possível comandar, remotamente, equipamentos que alteram a configuração do sistema elétrico. Também é possível habilitar e desabilitar, a partir da console de energia, a funcionalidade que permite ao sistema de tráfego comandar a energização e desenergização do 3º trilho.

Através do sistema de controle de energia, é feito o monitoramento e controle do consumo e da demanda de energia elétrica do sistema de transporte. O sistema sugere alternativas operacionais frente às contingências no fornecimento de energia, bem como em situações de falha.

2.3 EQUIPAMENTOS AUXILIARES

A partir do centro de controle é possível supervisionar e controlar os equipamentos auxiliares. O Sistema de Controle Centralizado recebe as informações provenientes do campo, referentes aos sistemas de ventilação, bombas, detecção de incêndio e iluminação. Estas informações são exibidas ao operador pela IHM que lhe permite, além de supervisionar o estado dos equipamentos através das representações e alarmes, enviar comandos para os equipamentos, podendo atuar rapidamente em uma anormalidade.

O sistema também possui automatismos que reagem no caso de mudança dos parâmetros controlados. Por exemplo, na mudança de temperatura das estações, o sistema pode alterar o insuflamento ou exaustão, ou então, no caso de uma falha nos automatismos de campo, que provoque a alteração do funcionamento de um determinado equipamento, o sistema emite alarmes avisando o operador do posto.

2.4 FLUXO DE PASSAGEIROS

O fluxo de passageiros é controlado através de funcionalidades que possibilitam ao operador supervisionar e comandar escadas rolantes, elevadores e bloqueios, isto é, todos os equipamentos que tem possibilidade de guiar, reter ou liberar um fluxo de usuários trafegando em uma estação. Para ajudar a direcionar o fluxo de passageiros, o operador do centro de controle tem ainda à sua disposição informações sobre saídas de emergências, planta das estações e mapa de arredores. É possível, por exemplo, restringir o acesso de usuários a uma plataforma muito lotada, invertendo

a direção das escadas rolantes e diminuindo a quantidade de bloqueios que permitem o acesso à área de embarque ou ainda conduzir os usuários numa direção oposta a um princípio de incêndio.

2.5 MONITORAMENTO POR CÂMERAS

A partir do centro de controle é possível visualizar imagens de câmeras que cobrem todas as áreas operacionais de estações, pátios, trens e vias.

O operador pode selecionar qual câmera deseja visualizar e onde a imagem será mostrada. É possível programar um conjunto de câmeras cujas imagens serão apresentadas sequencialmente em um monitor predefinido.

As imagens das câmeras são gravadas e podem ser recuperadas.

2.6 COMUNICAÇÃO

A comunicação é vital para o controle centralizado de um sistema dinâmico e distribuído como o metrô. Para isso, são utilizados sistemas de comunicação com e sem fio.

O sistema de rádio permite a comunicação entre operadores do centro de controle e demais funcionários espalhados pelas estações, trens, salas técnicas e via.

Pelo telefone é possível a comunicação com estações, salas técnicas, áreas administrativas e órgãos civis externos que auxiliam o metrô em casos especiais, como zoonose, bombeiros e etc..

Toda comunicação do centro de controle é gravada. O áudio pode ser recuperado e é usado na análise de ocorrências.

2.7 MULTIMÍDIA

O sistema multimídia tem como função difundir para os usuários informações precisas, atualizadas e confiáveis. Este sistema é composto de sonofletores em áreas públicas, operacionais, saídas de emergência e vias em túnel, painéis multimídia nos mezaninos, nas bilheterias, nas plataformas, linhas de bloqueio, níveis intermediários e painéis nas áreas externas dos acessos das estações.

O sistema possibilita a transmissão de informações operacionais como horários e contagem regressiva para chegada do próximo trem, contagem regressiva do tempo de parada, intervalo médio entre trens, informações sobre anormalidades, etc.

O operador do centro de controle pode escolher o local onde a mensagem será transmitida. Pode selecionar a mensagem pré-gravada dentro de uma lista. Pode ouvi-la e/ou transmiti-la para local definido, além de poder transmitir mensagem de voz ao vivo para local definido.

O sistema Multimídia também permite veiculação de informações culturais, institucionais, mensagens comerciais, etc.

2.8 ARRECADAÇÃO

O centro de controle concentra informações sobre quantidade de usuários que entram e saem do sistema de transporte. Estas informações são essenciais para definição de políticas tarifárias e dimensionamento da oferta de trens.

A contagem de usuários pode ser feita por tipo de bilhete, estação e bloqueio.

O centro de controle administra e difunde o programa de tratamento de bilhetes, que é instalado remotamente nos bloqueios das estações. Este programa é responsável por decodificar o tipo de bilhete, decrementar o crédito e liberar a passagem do usuário pelo bloqueio.

2.9 CONTROLE DE ACESSO

O centro de controle realiza o controle de acesso às áreas restritas das estações e pátios, tais como portas das salas técnicas, salas operacionais, bilheterias, portas de acesso direto à rua, portas de saída de emergência.

A partir de uma programação de acesso pré-estabelecida, é possível administrar a convivência de equipes de manutenção, operação e limpeza.

O operador do centro de controle é quem autoriza o acesso de funcionários e contratados às áreas restritas.

2.10 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

Além das funções operacionais, os operadores do centro de controle executam uma série de funções administrativas.

O Diário Operacional, por exemplo, é um documento que circula por toda a companhia e registra as principais informações referentes à operação comercial de um dia, dentre as quais tem destaque a comparação entre quantidade de viagens programadas e realizadas, quantidade de usuários, desempenho do sistema e manchetes de ocorrências operacionais significativas.

As ocorrências operacionais importantes são registradas em detalhes. Posteriormente, é realizada uma análise buscando possíveis falhas e melhorias nos processos.

As informações detalhadas sobre ocorrências relevantes são difundidas para o corpo diretor. Informações gerais e orientações são transmitidas para o público.

O desempenho do sistema é avaliado através de dados de intervalo entre trens, tempos de viagem, velocidade comercial.

Falhas em equipamentos são registradas e repassadas para as equipes de manutenção.

2.11 PESSOAS COM NECESSIDADES ESPECIAIS - PNE

O Metrô realiza o acompanhamento de pessoas com necessidades especiais, a partir de agora denominadas de PNE, desde a sua entrada na estação de origem até sua saída na estação de destino. São considerados PNE as pessoas em cadeiras de rodas normais ou motorizadas, deficientes visuais e pessoas com dificuldade de locomoção.

Quando um usuário, nestas condições, entra em uma estação, é acompanhado por funcionário até o embarque e registrado no sistema. Quando o trem se aproxima da estação de destino do usuário, o sistema de controle emite um alarme. Então, um funcionário vai esperá-lo na plataforma e acompanha-o até a saída da estação.

O sistema de controle disponibiliza relatório de posição dos PNEs embarcados. Informa em que trens estão e qual o tipo de PNE. Em caso de ocorrências como evacuação de trem, funcionários são designados para amparar os usuários com necessidades especiais.

O sistema de controle registra e arquiva os dados sobre embarque e desembarque dos PNEs. Estes dados incluem informações sobre origem, destino e horários. São usados para dimensionamento de quadro de funcionários e definições de estratégias operacionais.

2.12 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA ACIDENTES NA PLATAFORMA –

SPAP

O Sistema de Proteção contra Acidentes na Plataforma – SPAP permite que o 3º trilho, que fornece energia elétrica aos trens, seja desenergizado de maneira rápida e segura a fim de evitar eletrocussão e/ou atropelamento de usuários e funcionários que porventura entrem na via.

O SPAP pode ser acionado a partir de botão de acesso rápido nas plataformas, Sala de Supervisão Operacional – SSO e no centro de controle. Para que a alimentação elétrica seja restabelecida, o botão de SPAP precisa ser liberado.

3 ARQUITETURA ATUAL DO CENTRO DE CONTROLE

O Centro de Controle Operacional do Metrô de São Paulo conta, atualmente, com quatro postos de operação para cada linha, a saber:

Console de Controle de Tráfego;

Console de Controle de Fluxo de Passageiros;

Console de Controle de Energia e Equipamentos Auxiliares;

Console de Controle de Pátio.

3.1 CONSOLE DE CONTROLE DE TRÁFEGO

Este posto é responsável pela supervisão da movimentação dos trens na via. Através de hardware específico e programas de software, cuida para que os trens cumpram os padrões estabelecidos de headway, tempo de viagem e velocidade comercial.

O operador deste posto tem como função principal verificar o perfeito deslocamento dos trens, atuando em caso de desvios e anormalidades. Pode monitorar e comandar equipamentos de campo através de uma IHM específica. O operador deste posto pode comunicar-se com os operadores de trens, operadores das estações e equipes de manutenção.

A figura 3 mostra o posto de controle de tráfego da Linha 2, com os diversos equipamentos necessários para sua operação:



Figura 3 - Console de Controle de Tráfego da Linha 2

Para realizar o seu trabalho o Operador deste posto tem como recursos:

3.1.1 COMUNICAÇÃO

O principal sistema de comunicação é o Sistema de Comunicação Móvel de Voz e Dados (SCMVD) que possui uma IHM específica e permite aos operadores a comunicação com os operadores de trens, usuários embarcados, funcionários das estações, funcionários da segurança e equipes de manutenção.

O posto possui como contingência um console de rádio VHF que permite a comunicação com os operadores dos trens bem como com os funcionários das estações e manutenção.

Também tem um aparelho de telefone que lhe permite a comunicação com as estações, manutenção, administração e órgãos civis externos que auxiliam o metrô em casos especiais.

3.1.2 INTERFACE HOMEM MÁQUINA – IHM

Possui um painel mímico que possibilita uma visão geral da distribuição dos trens na Linha;

Uma IHM, composta de dois monitores, que possibilita fazer um acompanhamento mais direcionado e realizar intervenções no sistema, como comandar alinhamentos de rota, alterar o tempo de parada dos trens, mudar o nível de desempenho dos trens, entre outros comandos disponíveis.

Possui uma IHM que possibilita fazer o acompanhamento manual de veículos auxiliares, que não são reconhecidos pelo sistema de controle.

3.1.3 VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS

Tem disponível o recurso de Circuito Fechado de Televisão (CFTV), que lhe permite visualizar imagens das plataformas, mezanino e de câmeras internas e externas aos trens. Ele é usuário deste sistema, mas quem o comanda é outro posto.

3.1.4 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

Um microcomputador ligado à rede corporativa permite que o operador registre informações no Diário Operacional e nos sistemas de controle de falhas. Disponibiliza consulta a procedimentos operacionais, programação acesso de funcionários a via, e a todos os recursos disponíveis no ambiente corporativo.

3.1.5 SPAP

Através de um conjunto de botões é possível acionar o sistema de proteção contra acidentes na plataforma. A localização dos botões permite que sejam acionados, também, pelo operador do posto de controle de fluxo de passageiros.

3.1.6 EQUIPAMENTOS DO CONSOLE DE CONTROLE DE TRENS

- 2 teclados/mouses;
- 3 monitores;
- 2 telefones;
- 1 console de comunicação (SCMVD);
- 1 rádio;
- 1 conjunto SPAP.

3.2 CONSOLE DE CONTROLE DE FLUXO DE PASSAGEIROS

Este posto é responsável por todas as atividades direcionadas ao fluxo de passageiros dentro das estações, bem como, fazer o acompanhamento dos Portadores de Necessidades Especiais - PNE.

A figura 4 a seguir mostra o posto de controle de fluxo de passageiros da Linha 2, com os diversos equipamentos necessários para sua operação:



Figura 4 - Console de Controle de Fluxo de Passageiros da Linha 2

Para realizar este trabalho o operador deste posto tem como recursos:

3.2.1 COMUNICAÇÃO

O posto possui um console de comunicação (SCMVD) e um console de rádio VHF que permite a comunicação com os operadores dos trens bem como com os funcionários das estações e manutenção que utilizam transceptores;

Também tem instalado um aparelho telefone que lhe permite a comunicação com as estações, manutenção e administração.

3.2.2 INTERFACE HOMEM MÁQUINA – IHM

O posto possui uma IHM, composta de dois monitores, que possibilita, através de janelas selecionáveis, fazer um acompanhamento mais direcionado e realizar as intervenções no sistema, como comandar a seleção da imagem de uma câmera, emitir mensagens de voz ao vivo ou pré-gravada, fazer o acompanhamento de PNE entre outras atividades;

3.2.3 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

Um microcomputador ligado à rede corporativa permite que o operador do Posto registre informações nos sistemas de controle de falhas. Disponibiliza consulta a procedimentos operacionais, sistemas de apoio e a todos os recursos disponíveis no ambiente corporativo.

3.2.4 SISTEMA DE MONITORAÇÃO ELETRÔNICA

O Posto possui três Monitores que possibilitam a visualização das imagens selecionadas.

3.2.5 SPAP

O Posto permite, através de um conjunto de botões, acionar o sistema de proteção contra acidentes na plataforma. A localização dos botões permite que sejam acionados, também, pelo operador do posto de controle de tráfego.

3.2.6 EQUIPAMENTOS DO CONSOLE DE CONTROLE DE FLUXO DE PASSAGEIROS

- 3 teclados/mouses
- 8 monitores
- 2 telefones
- 1 console de comunicação (SCMVD)
- 1 rádio
- 1 microfone PA
- 1 conjunto SPAP

3.3 CONSOLE DE CONTROLE DE ENERGIA E EQUIPAMENTOS AUXILIARES

Este posto é responsável pela supervisão da distribuição da energia elétrica na linha, bem como, pelo recebimento e distribuição das mensagens relativas à detecção de incêndio, ventilação e bombas das estações e túneis.

O operador deste posto tem como objetivo desligar ou restabelecer o sistema elétrico quando ocorre alguma anormalidade, também é responsável por comandar a ventilação das estações e túneis em casos de emergência e atuar no desligamento ou acionamento das bombas em caso de falha dos automatismos.

A figura 5 mostra o posto de controle de energia e equipamentos auxiliares das Linhas 2 e 3, com os diversos equipamentos necessários para sua operação:

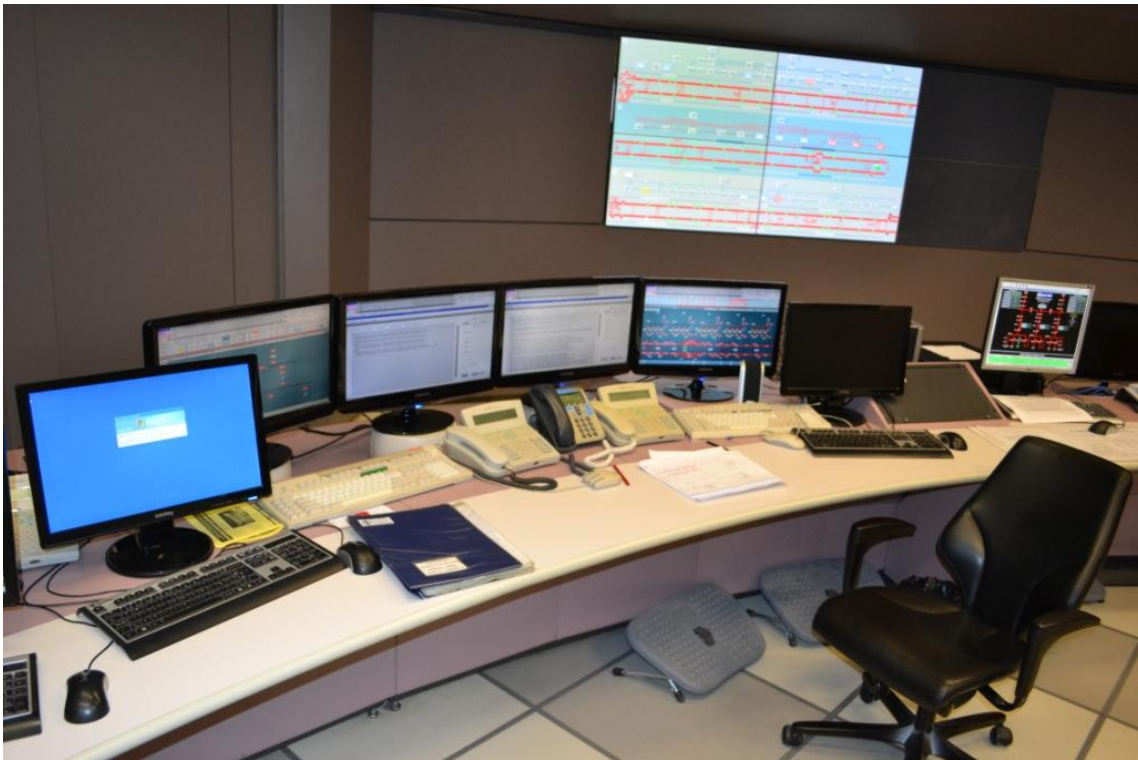


Figura 5 - Console de Controle de Energia e Equipamentos Auxiliares das Linhas 2 e 3

Para realizar este trabalho o operador deste posto tem como recursos:

3.3.1 COMUNICAÇÃO

O posto possui um console de comunicação (SCMVD) e um console de rádio VHF que permite a comunicação com os funcionários das estações e manutenção que utilizam transceptores;

Também tem instalado um aparelho de telefone que lhe permite a comunicação com as estações, manutenção e administração.

3.3.2 INTERFACE HOMEM MÁQUINA – IHM

O Posto possui um painel mímico que possibilita uma visão geral do estado dos equipamentos elétricos. Este painel é único para três linhas;

Ele também possui uma IHM, composta de dois monitores, que possibilita fazer um acompanhamento mais direcionado e realizar as intervenções no sistema, como comandar abertura e fechamento de disjuntores, feeders e seccionadoras, bem como, comandar o ligamento e desligamento de insufladores, exaustores e jato ventiladores.

3.3.3 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

Um microcomputador ligado à rede corporativa permite que o operador do Posto registre informações nos sistemas de controle de falhas e consulte a programação de acesso de funcionários no campo. Disponibiliza consulta a procedimentos operacionais, etc..

3.3.4 SPAP

O Posto possui também um conjunto de botões que permite o acionamento do sistema de proteção contra acidentes na plataforma.

3.3.5 EQUIPAMENTOS DO CONSOLE DE CONTROLE DE ENERGIA E EQUIPAMENTOS AUXILIARES

- 2 teclados/mouses
- 3 monitores
- 2 telefones
- 1 console de comunicação (SCMVD)
- 1 rádio
- 1 conjunto SPAP

3.4 CONSOLE DE CONTROLE DO PÁTIO

Este posto é responsável pela supervisão da movimentação dos trens e distribuição de energia elétrica no pátio. Pode comandar, remotamente, todos os equipamentos envolvidos no controle de rotas e fornecimento de energia para tração.

Tem com função tratar abertura de falhas e interface com equipes de manutenção.

Por intermédio deste Posto pode-se realizar manobras para recebimento e entrega de trens para manutenção, testes e treinamento, entrada e saída de veículos auxiliares.

O Posto também administra e compatibiliza as atividades de limpeza e lavagem de trem com sua disponibilização para operação comercial.

Também é responsável pela segurança elétrica na entrega de áreas do pátio para manutenção.

A figura 6 mostra o posto de controle do pátio Jabaquara, com os diversos equipamentos necessários para sua operação:



Figura 6 - Console de Controle do Pátio Jabaquara

Para realizar este trabalho o operador deste posto tem como recursos:

3.4.1 COMUNICAÇÃO

O posto possui um console de comunicação (SCMVD) e um console de rádio VHF que permite a comunicação com os operadores de trens, funcionários da operação e manutenção que utilizam transceptores;

Também tem instalado um aparelho de telefone que lhe permite a comunicação com a manutenção e administração.

3.4.2 INTERFACE HOMEM MÁQUINA – IHM

O Posto possui uma IHM, composta de quatro monitores, um para supervisão e comando do sistema de tráfego, um para supervisão e controle do sistema de energia, um para acompanhamento da localização dos trens na via principal e um para visualização das imagens do pátio.

3.4.3 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

Dois microcomputadores ligados à rede corporativa permitem ao operador do Posto registrar informações nos sistemas de controle de falhas, consultar a programação

de acesso de funcionários no campo, administrar as atividades de manutenção, limpeza e lavagem de trens e sua disponibilização para operação na via principal.

3.4.4 SPAP

O Posto possui um conjunto de botões que possibilita a rápida desenergização do sistema de tração do pátio, em caso de emergência.

3.4.5 EQUIPAMENTOS DO CONSOLE DE CONTROLE DO PÁTIO

- 4 teclados/mouses;
- 6 monitores;
- 2 telefones;
- 1 console de comunicação (SCMVD);
- 1 rádio;
- 1 conjunto SPAP.

4 PESQUISA DE CAMPO

Durante as pesquisas realizadas vale destacar alguns aspectos apresentados no Artigo “*The Design of Modern Control Centres for the 21st Century - Human Factors and Technologies*” (CHANG & LAU) da Kowloon-Canton Railway Corporation, Hong Kong, que justificam a realização desta monografia:

“Devido ao aumento da sofisticação na operação de um moderno sistema ferroviário no ramo de transporte de massa, os operadores, em diversos centros de controle agora são apresentados com informações em tempo real de diferentes formas. Eles têm que analisar a informação obtida a fim de produzir as ações necessárias em tempo hábil. A maneira tradicional de ter tantos painéis não coordenados espalhados em torno dos centros de controle já não serve mais ao propósito. Com os avanços na computação e tecnologias de controle, a maioria dos sistemas agora é controlada eletronicamente com base nas interfaces padrão para os dois tipos de computadores, computadores interconectados e computadores para conexão de dispositivo inteligente. Com o uso de computadores poderosos nas back-end, os dados brutos recebidos, a partir de várias fontes, podem ser processados e apresentados aos operadores de forma integrada e forma coordenada. A integração de sistema é, sem dúvida, uma necessidade para a operação dos centros de controle no século 21.”

Este tipo de pensamento direcionou a pesquisa sobre tudo o que envolve Centros de Controle inclusive, dentro do nosso próprio ambiente, como por exemplo, pesquisas com os nossos operadores e pesquisas externas, com outros metrô, para verificar as tendências e as necessidades.

4.1 PESQUISA NO COMET

O Community of Metro (CoMet) é um órgão internacional constituído por operadoras de metrô pesado ao redor do mundo. Uma de suas principais finalidades é reunir e compartilhar informações para estabelecer melhores práticas, permitir comparações e identificar possibilidade de melhoria nos processos de operação de transporte. Na comunidade do CoMet, foi publicado um questionário relativo a integração dos sistemas de Sala de Controle, cujas perguntas e respostas são apresentadas no Anexo A desta monografia.

As empresas que colaboraram com respostas foram:

- Companhia do Metropolitano de São Paulo;
- Metrô Rio;
- Rail Corporation New South Wales;
- Taipei Rapid Transit Corporation Ltd.;
- Delhi Metro Rail Corporation Ltd..

A partir das respostas pode-se constatar que, de maneira geral, as Salas de Controle apresentam postos semelhantes ou equivalentes. Normalmente, existem postos para controle de movimentação de trens, controle de estações e controle de energia. Os sistemas controlados também são semelhantes. Os operadores contam com sistemas de comunicação baseado em rádio, telefone e VoIP. Possuem interface com algum sistema de controle e telecomando computadorizado e computador conectado à rede administrativa.

A Companhia RailCorp utiliza um sistema de comunicações integrado que provê todos os acessos a comunicação através de um único dispositivo disponível em cada posto.

Os postos de controle normalmente utilizam vários monitores, teclados e mouses. Sistemas independentes são operados por uma pessoa.

É comum a utilização de computador específico para acesso a sistemas administrativos que, geralmente, está ligado à rede separada da rede de controle. Significa mais um equipamento instalado no posto de controle.

Também é comum a utilização de monitores específicos para visualização de imagens de circuito fechado de televisão.

Quanto às expansões nas linhas de metrô controladas, geralmente são incorporadas ao sistema de controle existente. No caso do Metrô de São Paulo, o sistema de sinalização e controle está sendo substituído por novo sistema de tecnologia diferente, incompatível com o sistema existente.

O fato dos sistemas não serem integrados em um único equipamento de interface com o operador traz como vantagem a disponibilidade de recursos em caso de falhas. Por exemplo, se ocorre uma falha no sistema de rádio, a comunicação, embora degradada, ainda pode ser feita por telefone e os equipamentos de campo podem ser telecomandados. No caso de falha no sistema de telecomando, o operador pode orientar um funcionário de campo via rádio.

Podemos, então, concluir que dentre as companhias operadoras de metrô que participaram da pesquisa, nenhuma pratica política de integração de sistemas e todas enfrentam problemas de falta de padronização e excesso de equipamentos diferentes em cada posto de operação.

4.2 ENTREVISTA COM OPERADORES DA SALA DE CONTROLE

Através de entrevistas com supervisores e operadores do Centro de Controle Operacional do Metrô de São Paulo, foi possível caracterizar a dinâmica de operação dos postos de controle, que é descrita nos itens que se seguem.

A figura 7 mostra a configuração padrão de um console com dois postos de operação, atualmente utilizada no METRÔ.

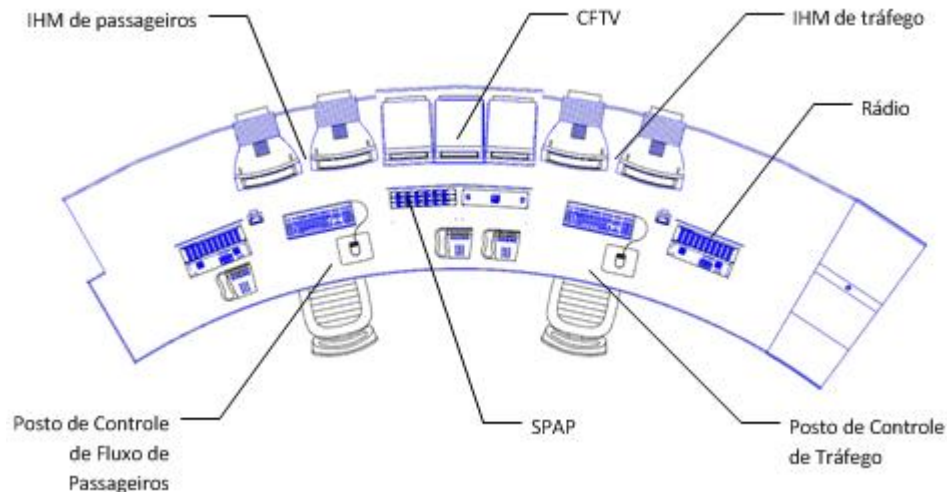


Figura 7 - Console de Controle de Fluxo de Passageiros e Controle de Tráfego

4.2.1 CONFIGURAÇÃO FÍSICA DOS POSTOS

Atualmente, cada linha do Metro é operada pelos postos de controle de tráfego e de fluxo de passageiros, dispostos lado a lado, de frente para o painel mímico. Esta disposição permite que os dois operadores se comuniquem, compartilhem as informações de painel e de áudio. Quando o operador do posto de controle de tráfego faz uso do rádio, o operador do posto de controle de fluxo de passageiro pode escutar toda a comunicação. Em algumas situações, esta facilidade permite que o operador do posto de controle de fluxo de passageiros inicie uma atuação em seu sistema. Por exemplo, se o operador escuta que um trem deverá ser evacuado, já inicia a comunicação com a equipe responsável pelos procedimentos na estação.

Os monitores do Circuito Fechado de Televisão (CFTV) estão localizados entre os postos de controle de tráfego e controle de fluxo de passageiros. Enquanto o operador do posto de controle de tráfego faz a comunicação com operadores de trem e executa funções do sistema de controle, o operador do posto de controle de fluxo de passageiros pode selecionar a câmera e escolher um monitor para apresentar sua imagem.

4.2.2 INTEROPERABILIDADE ENTRE OS POSTOS

As características de redundância dos postos de controle permitem, também, que o operador do posto de controle de fluxo de passageiros tenha acesso aos controles do posto de tráfego, permitindo, dessa forma, a divisão das tarefas de controle em situações críticas. Por exemplo, se existe uma ocorrência relevante em algum trecho específico da linha, um operador pode manter o foco na sua solução, enquanto o outro administra o resto da linha. Também é possível que um operador assuma o controle do rádio enquanto o outro aciona funções do sistema de controle. Caso ocorra a perda de um dos postos, o outro pode assumir integralmente as suas funcionalidades.

O posto de controle de energia não fica fisicamente próximo dos postos de operação de trens e fluxo de passageiros. Porém, durante a operação comercial existem períodos específicos em que a comunicação entre seus operadores é intensa e, devido à distância entre esses operadores, a comunicação torna-se ruidosa.

A carga de trabalho dos postos de controle de energia geralmente é menor durante os horários de pico de demanda de passageiros, quando as manobras no sistema de energia são evitadas. Então, é normal que o operador do posto de energia se desloque para o posto de controle de trens, para prestar auxílio.

Os postos de controle de energia e equipamentos auxiliares das três linhas estão agrupados de tal maneira que compartilham um único painel com a visão geral do sistema elétrico. Estes postos também são intercambiáveis, mas diferentes dos postos de tráfego e de fluxo de passageiros, que operam a mesma linha, eles podem operar qualquer linha, em caso de necessidade.

4.2.3 FUNÇÕES ADMINISTRATIVAS

Além das funções operacionais de comando e supervisão de equipamentos, os operadores executam diversas funções administrativas.

Todas as comunicações entre o Centro de Controle e o campo, sejam por rádio, telefone ou dados, são gravadas automaticamente pelos sistemas de controle. Porém, quando ocorre algum evento relevante, todas as atuações dos operadores e demais pessoas envolvidas também devem ser registradas em sistema da rede corporativa, para posterior análise. Normalmente, estes registros são feitos durante o desenrolar da situação, por um operador menos sobrecarregado de trabalho. Em geral, é o ope-

rador do sistema de controle de energia ou o operador do sistema de controle de fluxo de passageiros.

Também na rede corporativa, existem sistemas que disponibilizam informações sobre desempenho do sistema de transporte. Estas informações são consultadas pelo pessoal operativo, administrativo e pelo corpo gerencial da empresa. Elas devem ser precisas e atualizadas. Estas informações são geradas pelos sistemas de supervisão e controle, porém, como as redes de controle e corporativa não estão interligadas, a transferência de informações deve ser realizada manualmente. Um operador extrai as informações do sistema de controle por meio de relatórios e digita nos sistemas corporativos. Este método, além de consumir mão de obra, está sujeito a erros de digitação e atrasos.

4.3 ERGONOMIA

Foram feitas pesquisas no intuito de assegurar que os equipamentos e mobiliários utilizados pelos operadores estejam dentro de padrões consagrados realizados por estudos de profissionais especialistas. Dentro das pesquisas realizadas, o estudo sobre o Projeto Ergonômico de Salas de Controle (ZAMBERLAN & SANTOS, 1992), serviu como referência para esta monografia. Ele ajuda a agrupar as ideias e mostrar o que deve ser considerado nesta questão.

Para melhor entendimento, o estudo está dividido em tópicos.

4.3.1 A POSTURA NAS SALAS DE CONTROLE

Com o desenvolvimento da parte computacional e de programas gráficos os centros de controle começaram a mudar, utilizando computadores com capacidade de análise muito grande e transmitindo todas as informações para telas gráficas, fazendo com que o trabalho ficasse muito voltado à análise visual dos problemas. Esta característica também refletiu na postura do operador.

A vigilância do automatismo e a forte concentração das informações em terminais de vídeo exigem a presença física do profissional diante dos consoles, durante a jornada de trabalho.

Inúmeros trabalhos em Ergonomia (DANIELLOU, 1986), (DE KEYSER, 1980) mostraram que os operadores controlam, de maneira contínua, toda a gama de informações apresentadas nos centros de controle.

Essa vigilância contínua visa manter uma representação mental atualizada da evolução do processo, de maneira a poder antecipar os incidentes (DANIELLOU, 1986). De acordo com os estudos em fisiologia (SCHERRER, 1967) e (GRANDJEAN, 1987), a alternância postural é fundamental para manter a integridade corporal do ser humano.

Algumas pesquisas mostraram que o ser humano não suporta ficar sentado durante longos períodos, assumindo conseqüentemente uma postura rígida. (GRANDJEAN, 1987) e (ZAMBERLAN & SANTOS, 1992) constataram, nos estudos realizados com usuários de computadores, que na busca por alternar as posturas no trabalho, acabam projetando o tronco para trás em busca de um relaxamento muscular, que deve ser previsto e formalizado através de um mobiliário dinâmico. As cadeiras e as mesas devem favorecer essa projeção, assim como as normas prescritas pela empresa. Isso se aplica aos postos de trabalho informatizados das salas de controle. Atualmente, são utilizados, nesses centros de controle, consoles fornecidos pelos principais fabricantes de sistemas automatizados. Esses consoles acomodam o monitor, teclado e periféricos, são fixos e não permitem as regulagens necessárias para acomodar pessoas de tamanhos diferentes.

Os estudos realizados com postos de trabalho informatizados (CAKIR, HART, & STEWART, 1980), (GRANDJEAN, 1987) e (ZAMBERLAN & SANTOS, 1992) mostram a importância do bom posicionamento dos membros superiores, como prevenção para a Síndrome de Esforços Repetitivos.

Os estudos também recomendam que o plano de digitação seja alinhado com a altura do cotovelo. Nessa altura é possível garantir a digitação com o punho neutro, o que possibilita a irrigação sanguínea das mãos e antebraço, ao mesmo tempo em que evita o estrangulamento dos tendões.

O respeito a essa recomendação já se encontra na Norma Regulamentadora número 17 - Ergonomia, do Ministério do Trabalho (1990).

Ainda outra recomendação importante, para postos de trabalho informatizados, refere-se à necessidade de um correto posicionamento dos membros inferiores. É necessário garantir o apoio dos pés e a alternância do posicionamento das pernas. Se forem adotadas mesas com alturas fixas, é necessário prever apoio de pés reguláveis. Este estudo veio ao encontro do que é praticado atualmente no Centro de Controle, porém alguns operadores não têm o hábito de manter a postura correta, com ambos os pés apoiados no chão. Este aspecto tem a ver com as características de

cada pessoa. O ideal para os operadores é que as superfícies para teclados sejam reguláveis e independentes das superfícies reguláveis para monitores e que os pés sejam mantidos apoiados no chão.

4.3.2 CONFIGURAÇÃO DAS TELAS

Segundo (DE KEYSER, 1980), seis fatores devem ser respeitados para se chegar a uma boa configuração da tela:

1° A lógica da sequência

A lógica de sequência deve seguir a lógica do operador na atividade que será cumprida e não impor a lógica rígida do programa.

2° O espaço

Devem ser previstos espaços e pontos de referência para reagrupar as informações em unidades de informação, aumentando a quantidade de informação tratada na unidade de tempo. O congestionamento de informações na diagramação da tela implicará em erros.

3° A pertinência da informação retida

Uma das causas do congestionamento é o desejo do projetista em querer colocar tudo na mesma tela, quando o objetivo deveria ser o de reduzir a informação ao que é realmente pertinente ao operador correspondente à tarefa exercida.

4° A consistência

Esse fator trata da coerência interna das representações utilizadas no interior de cada tela e entre as telas.

5° O agrupamento

Esse fator trata do agrupamento, sobre a tela, dos itens e dados em inter-relação.

6° A simplicidade

As telas devem ser simplificadas dentro dos limites aceitáveis. Isto não significa dizer que elas não podem ter um nível alto de complexidade ou de detalhes, mas somente quando a tarefa exige.

Pode ser útil prever uma estruturação de formatos, desde o mais geral e simplificado até o mais detalhado.

Outras definições importantes foram realizadas por (DANIELLOU, 1986), em que defende que na configuração das telas devem ser respeitadas as seguintes regras:

Regra 1

Adaptação às características da população;

Regra 2

Ligação da informação com ação:

Os comandos e informações relativos a uma mesma manobra devem estar próximos;

Regra 3

Verificação:

O agrupamento das informações deve favorecer o diagnóstico, quer dizer, facilitar a identificação das configurações significativas;

Regra 4

Evidenciar a informação:

As informações mais importantes para a segurança e as informações mais consultadas devem se encontrar nas zonas frequentemente percorridas pelos olhos na tela, quarto superior esquerdo se a tela contém numerosas informações e, na parte central, se a tela não apresenta muitas informações;

Regra 5

Regra de homogeneidade:

As convenções utilizadas devem ser as mesmas para todos os dispositivos equivalentes:

Mesma estratégia de exploração visual;

Mesma graduação para todos os mostradores, com os mesmos valores mínimos e máximos;

Mesmo sentido de movimentação de ponteiros e variação de mostradores;

Mesmas abreviações.

Outro aspecto fundamental no controle do processo refere-se à divisão das informações por telas. Se essa divisão for mal feita os operadores terão que trocar várias telas durante a resolução de um problema, o que é fonte de fadiga visual impondo uma memorização e tornando difícil a constituição da representação do estado da unidade. Devem-se também detectar as ligações funcionais entre as informações, em relação à atividade dos operadores.

4.4 USABILIDADE

O conceito de usabilidade tem sido bastante discutido desde a década de 1990. Ele tem crescido na procura de soluções para sistemas de informação automatizados.

A usabilidade pode ser mensurada de acordo com os atributos ergonômicos do produto, que corresponde ao esforço mental e de atitudes dos usuários e pela forma de como os usuários interagem com o produto e sua aceitação (BEVAN & MACLEOD, 1994).

Segundo (DIAS, 2006):

“Um sistema deve ser de fácil uso; o acesso às informações deve ser eficiente e deve requerer um mínimo de tempo e esforço dos usuários finais. O sistema de informação deve ser projetado de tal forma que os erros sejam minimizados e próximos de zero. O uso do sistema deve requerer pouco ou nenhum treinamento oferecendo interface intuitiva, permitindo a autoaprendizagem. O aspecto subjetivo da interface é igualmente importante, determinando a usabilidade do sistema. A interface deve ser satisfatória para o usuário e o seu uso deve ser prazeroso, isto deve resultar em uma percepção favorável do sistema, pelo seu usuário.”

5 DIRETRIZES PARA INTEGRAÇÃO

A experiência profissional combinada com as informações obtidas pelas pesquisas realizadas serviu como base para elaboração do conjunto de diretrizes propostas a seguir. Elas têm por objetivo criar uma padronização na operação dos diversos sistemas operados em um posto de trabalho.

5.1 POSTO DE OPERAÇÃO

O controle operacional de cada linha deve contar com um posto de controle de tráfego, um posto de controle para cada pátio associado, um posto de controle de fluxo de passageiros e um posto de controle de energia e equipamentos auxiliares. Os postos devem estar próximos o suficiente para que a comunicação entre eles possa fluir de maneira confortável.

O console deve ter configuração padronizada, contendo quatro monitores, teclado/mouse e console de comunicação (o tipo deve ser o mais difundido e confiável da época, nos tempos atuais, o VoIP). Deve ser possível a reconfiguração entre os postos, fazendo com que qualquer console possa assumir as funções de qualquer posto além das funções que ele já tem.

Em situações de grande carga de trabalho, como ocorrências operacionais relevantes, deve ser possível que operadores com menor demanda de trabalho auxiliem o posto mais sobrecarregado sem sair de seus próprios postos. Por exemplo, numa ocorrência de reboque de trens, deve ser possível que o operador do posto de controle de energia dê apoio e preencha relatórios administrativos do seu próprio posto. Ou ainda, que o operador do posto de controle de pátio comande equipamentos da via principal, em acordo com o operador do posto de tráfego.

5.2 DINÂMICA DE OPERAÇÃO

5.2.1 NAVEGAÇÃO ENTRE TELAS

A alteração de sistemas ou a entrada de novos sistemas deve ser feita para que se integre ao conjunto existente, de tal maneira, que a sua utilização torne-se transparente ao operador do posto.

A integração deve seguir as regras de navegação e funcionalidades das telas já utilizadas pelo operador.

A ativação e operação da IHM que controla o sistema devem ocorrer através dos recursos disponíveis no posto, ou seja, deve ser operado utilizando-se os monitores, teclado e mouse já existentes.

Se o sistema a ser integrado possuir mais de uma tela, que o operador necessite utilizar para realizar a sua atividade, é necessário que as mesmas tenham uma relação clara permitindo ao operador seguir a pesquisa ou ser direcionado para outra tela de maneira intuitiva. O processo controlado por este sistema tem que ser dividido de forma a permitir que as informações mais importantes fiquem na tela principal e a continuidade do mesmo possa ser seguido em telas secundárias.

Segundo (DE KEYSER, 1980) e (DANIELLOU, 1986), o agrupamento de informações por telas deve ser tal que o conjunto de parâmetros, que tem ligação funcional, deverá estar na mesma tela:

- Os principais parâmetros devem ser colocados no alto, à esquerda, ou no alto, ao centro;
- Os desenhos ou linhas que circundam as informações não devem ser fortes e nem destacados mais que as demais informações. Eles servem para situar os parâmetros em relação aos outros;
- Em operações de manobras é indispensável que o operador possa realizar os comandos dos equipamentos envolvidos.

Os mesmos dados devem aparecer sempre nos mesmos lugares da tela, pois os operadores procuram a informação onde tem o hábito de encontrá-la, aumentando-se assim a rapidez na busca da informação.

A tela principal deve ter o recurso de executar comandos. Estes devem estar agrupados em uma barra de tarefas que quando acionada exibe um menu de opções com os comandos possíveis. Esta opção deve seguir as seguintes recomendações:

- Dar flexibilidade de acesso por menu ou comando.
- Formatar as informações de modo a minimizar os movimentos para posicionamento do cursor.
- Comandos por funções são recomendados em número limitado e são executados mais rapidamente que a entrada dos caracteres;
- Comandos com sequencia de passos muito grande podem ter duas soluções (não exclusivas): combinar comandos funcionais por menu e por linguagem semi natural.

Deve também existir o recurso de acionar objetos (botões ou ícones), apresentados no si-nótico, que quando selecionados pelo mouse, abrem pequenas janelas, exibidas ao lado do objeto selecionado. Por meio dessas janelas o operador deve executar os comandos. A abertura da janela de comandos não deve interferir no acompanhamento do processo e na seleção dos parâmetros do comando.

As telas secundárias, dependendo do agrupamento de informações realizado, também de-vem possuir o recurso de execução de comandos.

5.2.2 SIMBOLOGIA E CORES

As telas presentes atualmente nas IHMs dos postos de trabalho foram desenvolvidas na década de 90, mas seguiram regras de elaboração segundo padrões definidos por pesquisas que valem até hoje e estão presentes em vários trabalhos de ergonomia.

Os sistemas que vierem a ser desenvolvidos e integrados aos postos já existentes devem incluir na metodologia de criação as seguintes regras:

- Em tarefas de controle e supervisão do processo o formato gráfico é o mais apropriado;
- Regra de homogeneidade;
- As convenções utilizadas devem ser as mesmas para os dispositivos equivalentes;
- Mesma estratégia de exploração visual;
- Mesmas abreviações.
- Os objetos gráficos devem possuir tal nível de detalhe que faça com que o operador direcione sua atenção para o processo e não para objeto em sí, a não ser que este esteja sinalizando algum problema. Dar preferência a objetos sem relevo;
- Telas coloridas;
- Recomenda-se o uso de três a sete cores numa mesma tela, quando as cores forem utilizadas com o propósito de codificar informações (HAEUSING, 1976) e (SILVERSTEIN & MERRIFIELD, 1981).
- Existem sistemas em que determinadas cores não são utilizadas, ou pode mudar o significado do estado de um equipamento. Portanto, antes do desenvolvimento das telas, deve-se consultar o que representa cada cor no sistema que já está implantado.

5.2.3 APRESENTAÇÃO DE ALARMES

O escopo dos alarmes que devem ser apresentados ao operador deve estar diretamente relacionado com suas atividades. Um alarme provocado por falha de equipamento não deve apresentar detalhes que interessam apenas às equipes de manutenção.

Todo alarme apresentado deve levar o operador a alguma ação. Quando for pertinente, deve seguir o conceito conhecido como Alarme Inteligente, onde desvios operacionais são monitorados, tratados e apresentados como alarme, quando se tornam relevantes. Como exemplo, pode-se observar a seguinte situação:

É comum que os trens apresentem pequenos desvios ocasionais no tempo de parada nas estações. Estes desvios devem ser monitorados pelo sistema, mas não devem ser apresentados ao operador. Porém quando o sistema de controle detecta que um determinado trem apresenta desvios excessivos e em desacordo com um padrão estabelecido, deve ser apresentado um alarme informando que o referido trem está com problemas no tempo de parada e deve ser encaminhado para manutenção.

Deve ser possível que a condição de alarme leve o sistema a uma configuração pré-definida. Por exemplo, quando ocorre um alarme de bilheteria, além de gerar o alarme, o sistema automaticamente seleciona a câmera externa e interna à bilheteria para acompanhamento da ocorrência.

Todos os alarmes devem ser classificados de acordo com a sua prioridade obedecendo aos mesmos critérios. Deve haver padronização quanto à forma de apresentação, utilização de cores, tipo de letra, local de apresentação, tempo de apresentação, dinâmica de reconhecimento e normalização e pesquisa.

Desta maneira, será garantida a homogeneidade na forma de apresentação e tratamento da informação, indo ao encontro das regras de ergonomia definidas por (DE KEYSER, 1980) e (DANIELLOU, 1986) e de usabilidade definidas por (DIAS, 2006).

5.2.4 ACIONAMENTO DAS FUNÇÕES

O acionamento de funções está intimamente ligado a um equipamento ou a um contexto que desejamos alterar, por isso, elas devem estar agrupadas pelo seu ponto intuitivo de aplicação. Por exemplo, comando de abertura ou fechamento de um disjuntor será aplicado intuitivamente pelo operador selecionando o objeto disjuntor apresentado no sinótico. Um comando de parada de uma escada rolante deve ser

aplicado através do objeto escada rolante ou ainda, a mudança de destino de um trem deve ser realizada a partir da seleção da representação do trem no sinótico.

Deve existir padronização entre o modo de acionamento das funções existentes em diferentes subsistemas. Os grupos de funções de mesma natureza, como por exemplo, gravar ou imprimir relatórios, devem ocupar o mesmo campo, seja na tela esquemática do monitor, seja no teclado.

É necessário também que todos os comandos estejam agrupados, de acordo com a sua aplicação, na barra de menus. A sua seleção deve seguir uma maneira fácil e intuitiva de aplicação.

Na figura 8, pode-se observar a barra de menus com a seleção dos grupos de funções disponíveis no sistema de controle de fluxo de passageiros.

A partir do grupo de comandos, está selecionada a opção de CFTV, que apresenta os comandos possíveis:

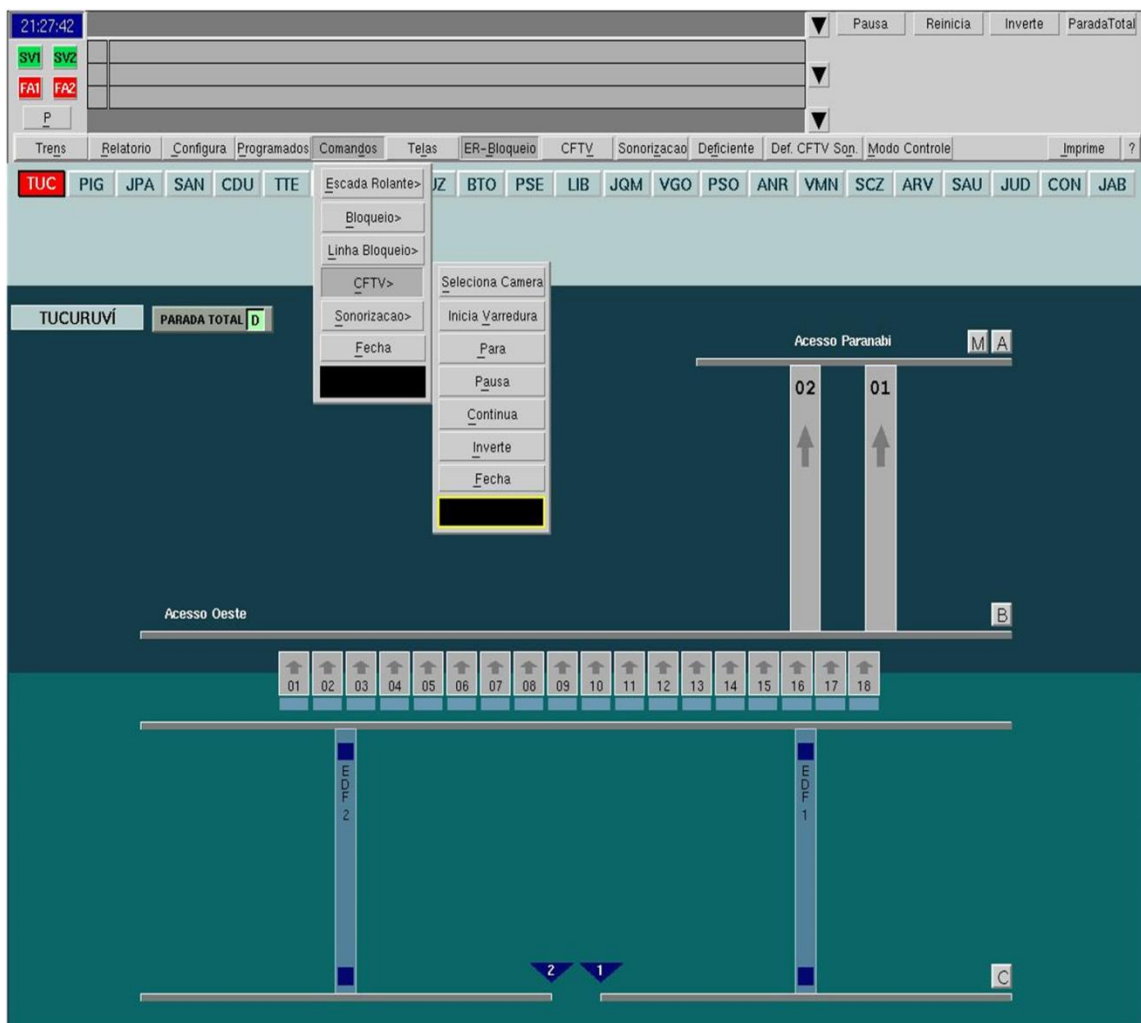


Figura 8 - Comandos de CFTV a partir da barra de menu

A maneira de se aplicar uma funcionalidade através da seleção do objeto é a mais indicada e a que provoca menos ações do operador. Caso seja necessário, quando do preenchimento manual de dados, devem ser seguidos os seguintes requisitos:

- Os códigos devem estar próximos da linguagem natural;
- Logo que um erro é detectado, o programa deve repor o diálogo da fase na qual o erro foi detectado. O operador não deve ser obrigado a recommençar a sequência;
- Deve ser possível corrigir todo erro de digitação ou interromper a execução de um procedimento comandado incorretamente;
- A janela de comando deve apresentar as regras do diálogo;
- A execução do comando só pode ser habilitada após o preenchimento de todos os parâmetros;
- A janela de comando pode: fechar após sua execução, permanecer aberta e preparada para receber novo comando ou fechar sem execução caso o operador desista.

5.2.5 REGISTRO DE ALARMES, COMANDOS E INDICAÇÕES

Os sistemas devem ter recursos integrados a IHM e ao registro externo de histórico que permita gravar e recuperar todos os comandos aplicados pelo operador, os comandos aplicados automaticamente pelo sistema, todos os alarmes gerados por equipamentos, os alarmes gerados a partir dos automatismos de controle e as indicações geradas pelo sistema.

Os registros devem seguir uma ordem cronológica e podem ser consultados através de relatórios específicos.

Os dados gerados por um sistema e utilizado por outro devem estar armazenados no sistema originador da informação, caso eles não compartilhem a mesma base de dados. Se ocorrer alguma reação, por parte do sistema receptor, que teve origem devido à chegada das informações, tudo o que for decorrente desta reação deve ser armazenado no sistema receptor fazendo uma referência aos dados recebidos do outro sistema. Por exemplo, o sistema responsável por adquirir e armazenar os dados referentes à entrada de passageiros passa informações sobre variação de demanda para o sistema de controle de trens, que atua nos tempos de parada em plataforma. O sistema de controle de trens não deve registrar as informações rece-

bidas, mas apenas as decorrentes de sua atuação, fazendo referência às informações recebidas.

A lei de formação dos registros deve ser igual ao que já existe no posto onde o sistema será implantado. Se não existir regra para um deles deve ser usado o que já existir como modelo de formação.

Sugestão de formação:

Data (data da ocorrência no formato dia/mês/ano);

Hora (horário da ocorrência no formato hora/minuto/segundo);

Sigla de origem (Se for um comando do operador deve ser registrado a sigla CMD, se for um comando do sistema deve ser registrado a sigla SIS e se for um reconhecimento do operador deve ser registrado a sigla REC);

Local (deve ser registrada a sigla do local para onde foi enviado o comando e ou o reconhecimento);

Equipamento (deve ser registrado o equipamento ao qual foi direcionado o comando e ou reconhecimento);

Descrição (deve ser registrada uma descrição do que foi comandado e ou o texto do que foi reconhecido).

5.2.6 RELATÓRIOS

Cada posto deve ser provido de relatórios que auxiliam o operador a realizar pesquisas sobre um problema, a verificar situações de risco, preencher ocorrências operacionais e administrativas. O acesso e a apresentação dos relatórios devem ser realizados pelo conjunto de mouse, teclado e monitores presentes no posto.

Devem existir filtros que permitam fazer pesquisas de maneira intuitiva e rápida. A elaboração de filtros deve seguir as mesmas regras de formação e referências, independente de qual sistema forneça as informações. Deve ser possível a elaboração de filtros e relatórios que englobem dados de sistemas diferentes.

O operador deve ter a possibilidade de mover o relatório dentro do conjunto de monitores, fazendo com que este fique no local mais adequado para a realização da tarefa.

5.2.7 AJUDA AO OPERADOR (*HELP*)

Todos os sistemas devem fornecer informações sobre suas funções, estratégias, alarmes, etc. Desta forma, o operador do console terá à sua disposição informações

sobre todas as funções existentes em sua console, tal como em um manual de operação.

A entrada de dados deve ser consistida e os erros de preenchimento devem ser identifica-dos.

O recurso de ajuda deve ser único e deve englobar informações de todos os sistemas que compõem o posto de trabalho. Os textos devem ser estruturados e obedecerem a um padrão.

5.3 TRANSPARÊNCIA

A troca de informações entre os sistemas deve ocorrer de maneira automática e transparente para o operador. Não deve existir nenhuma situação em que o operador necessite digitar num sistema, a informação disponibilizada por outro sistema. Por exemplo, se for necessário difundir uma informação gerada pelo sistema de controle de trens para a rede corporativa, a transferência de informações deve ser feita de forma automática.

A escolha de qual sistema será acessado deve ocorrer de forma natural, sem necessidade de chaveamento de teclado, mouse ou monitor.

As informações apresentadas pelos sistemas devem ser consistentes e atualizadas. Se mais de um sistema apresenta informações relacionadas entre si, estas informações devem ser coerentes. Por exemplo, se o sistema de monitoração eletrônica mostra a imagem de um determinado trem parado de portas abertas numa estação, o sistema de controle de trens deve mostrar a mesma informação na tela esquemática de acompanhamento de trens.

Deve existir a possibilidade de configurar prioridade entre os sistemas. Por exemplo, um sistema mais prioritário deve ser apresentado sempre, um menos prioritário pode ser apresentado apenas quando solicitado pelo operador.

Se um comando puder ser executado por dois sistemas diferentes, é necessário que exista hierarquia, de maneira que o sistema menos prioritário necessite de autorização do outro. Por exemplo, é possível comandar desenergização de via pelo sistema de controle de trens ou pelo sistema de controle de energia, porém, o sistema de controle de trens precisa ser autorizado pelo de energia.

O horário deve estar sincronizado em todos os sistemas.

5.4 PERMISSÕES DE ACESSO

Devem ser previstos diferentes níveis de acesso às funcionalidades e informações disponibilizadas pelos sistemas utilizando o princípio de mínimo privilégio para cada grupo de usuário.

As permissões de acesso e a configuração do posto de controle devem estar condicionadas ao registro do operador. Ao assumir as funções de um posto de controle, o operador deve fazer sua autenticação uma única vez e seu registro deve ser repassado para todos os subsistemas controlados pelo posto.

5.5 FLEXIBILIDADE

Usando o mouse, teclado e monitores do posto, o operador pode abrir janelas, acessar informações e executar comandos de todos os sistemas controlados pelo posto. Deve ser possível o deslocamento das janelas de operação dentro do espaço abrangido pelos monitores do posto, permitindo assim, a troca de posição de telas de sistemas diferentes e tornando o seu manuseio mais confortável, prático e eficaz.

É necessário que qualquer posto de operação, além de exercer as suas funcionalidades, também possa ser configurado, de maneira fácil e rápida, para ajudar outro posto ou podendo até agregar todas as funcionalidades de outro posto.

5.6 ERGONOMIA

A disposição dos equipamentos na área de trabalho deve favorecer a postura do operador. O acesso aos equipamentos deve ser fácil, sem exigir esforço. A posição dos braços deve ser neutra. O mobiliário deve atender os requisitos de ergonomia definidos pela norma (NR17, 1990).

5.7 DESEMPENHO

Todo sistema que estiver alocado a um posto deve ter as seguintes características de desempenho:

A infraestrutura de comunicação deve ser dimensionada para utilizar até 50% de sua capacidade nas situações de maior carregamento da rede, considerando a configuração final das linhas, ou seja, com todas as estações, trens e equipamentos em funcionamento;

Tempo máximo de um segundo para chegada da informação do campo;

Tempo máximo de um segundo para atualização de telas;

Tempo máximo de um segundo para chaveamento entre telas;
Tempo máximo de um segundo para abertura de janela de comando;
Tempo máximo de um segundo para chegada de um comando ao campo;
Tempo máximo de um segundo para reação automática do sistema.

5.8 SEGURANÇA

A integração entre vários sistemas eventualmente implicará na conexão entre equipamentos e redes de sistemas diferentes. Devem existir mecanismos que impeçam que um sistema interfira em outro, seja em questões de desempenho, segurança operacional ou acesso a informações.

Se necessário, devem ser implementadas barreiras de software ou hardware que definam regras de acesso a informações e recursos de cada sistema. A segurança deve ser planejada para impedir invasões nos sistemas ou acesso a informações sigilosas. Por exemplo, uma conexão entre a rede corporativa e a rede operacional jamais deve possibilitar o acesso às funções de controle por usuários da internet.

5.9 CONFIABILIDADE E DISPONIBILIDADE

A disponibilidade dos postos deve ser compatível com os requisitos do sistema de controle.

Devem ser realizados os cálculos de Confiabilidade e Disponibilidade dos Sistemas conforme a norma MIL-STD-756 em sua última versão, utilizando o método de contagem das partes ("Parts Count Reliability Prediction Method") e, análise por stress de componentes ("Part Stress Analysis Method"), descritos na norma MIL-STD-HDBK 217F - NOTICE 2 e atender os parâmetros especificados;

As adequações nos sistemas do controle centralizado devem respeitar a atual disponibilidade operacional. Caso sejam realizadas modificações na arquitetura dos sistemas, este deverá garantir uma disponibilidade de 99,9998 %, com MTTR de 30 minutos;

Para atender os parâmetros especificados de disponibilidade requeridos para o sistema de controle, deve-se utilizar de recursos implementacionais de redundância de módulos que se fizerem necessários, tanto em nível de Hardware como de Software;
Na elaboração da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA) devem ser consideradas as diversas possibilidades de falha de CAD a componentes, inclusive sinais interferentes e entradas impróprias;

Para os cálculos de Confiabilidade e Disponibilidade deve ser considerada a temperatura ambiente de 40°C para equipamentos em Salas Técnicas e Operacionais; Os valores de confiabilidade MTTF e MTTR a serem respeitados para as funções e equipamentos dos Sistemas são:

- MTTF > 50.000 h;
- MTTR = 0,5 h.

No caso de falha de equipamento como teclado ou mouse deve ser possível sua substituição imediata.

Também deve existir a possibilidade de reconfiguração de um posto de controle para que assuma e acumule as funções de outro posto, supostamente com falha. Deve ser possível re-lizar esta operação de maneira rápida através de recursos de configuração predefinidos. A reconfiguração de um posto deve ocorrer num tempo inferior a 3 minutos.

Os equipamentos processados e as redes utilizadas devem ser redundantes, possibilitando assim a alta disponibilidade de 99,9998 % especificada.

Degradações em um sistema não devem interferir no funcionamento dos demais sistemas.

5.10 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos instalados nos postos de trabalho devem ser padronizados em relação ao tipo de acabamento e cores. Todos os postos devem ter a mesma disposição de equipamentos sobre o console. Os monitores de vídeo devam ser do tipo cristal líquido - LCD, com baixa emissão de radiação eletromagnética e matriz ativa. Devem ser do tamanho de 22" e formato wide 16:9. A resolução deve ser, no mínimo, padrão Full HD 1920x1080. A tela deve ser anti-reflexiva.

O teclado alfanumérico deve seguir o padrão ABNT-2.

O mouse deve utilizar tecnologia óptica, compatível com a superfície onde deverá operar.

6 SUGESTÕES DE ARQUITETURA

As diretrizes levam a integração total dos sistemas operados no posto. Uma condição importante para a implementação das diretrizes é a utilização de apenas um conjunto teclado/mouse. A seguir, são apresentadas sugestões de arquitetura de sistema que viabilizam esta condição.

De maneira geral, os sistemas que compõem o centro de controle possuem arquitetura de computadores similar, obedecendo ao padrão de três camadas (tree layers), onde um primeiro conjunto de servidores específicos faz a comunicação com equipamentos, tratamento e armazenamento das informações. Um segundo conjunto de servidores realiza a regra de negócios, processando as funções avançadas do sistema. Finalmente, um terceiro grupo de computadores, as IHMs, é responsável pela apresentação das telas e interação com os operadores.

A figura 9 representa a arquitetura típica de 3 camadas, com servidores de comunicação, funções avançadas e IHM:

Arquitetura típica de controle de uma linha de metrô, com computador da IHM alocado junto ao posto de controle.

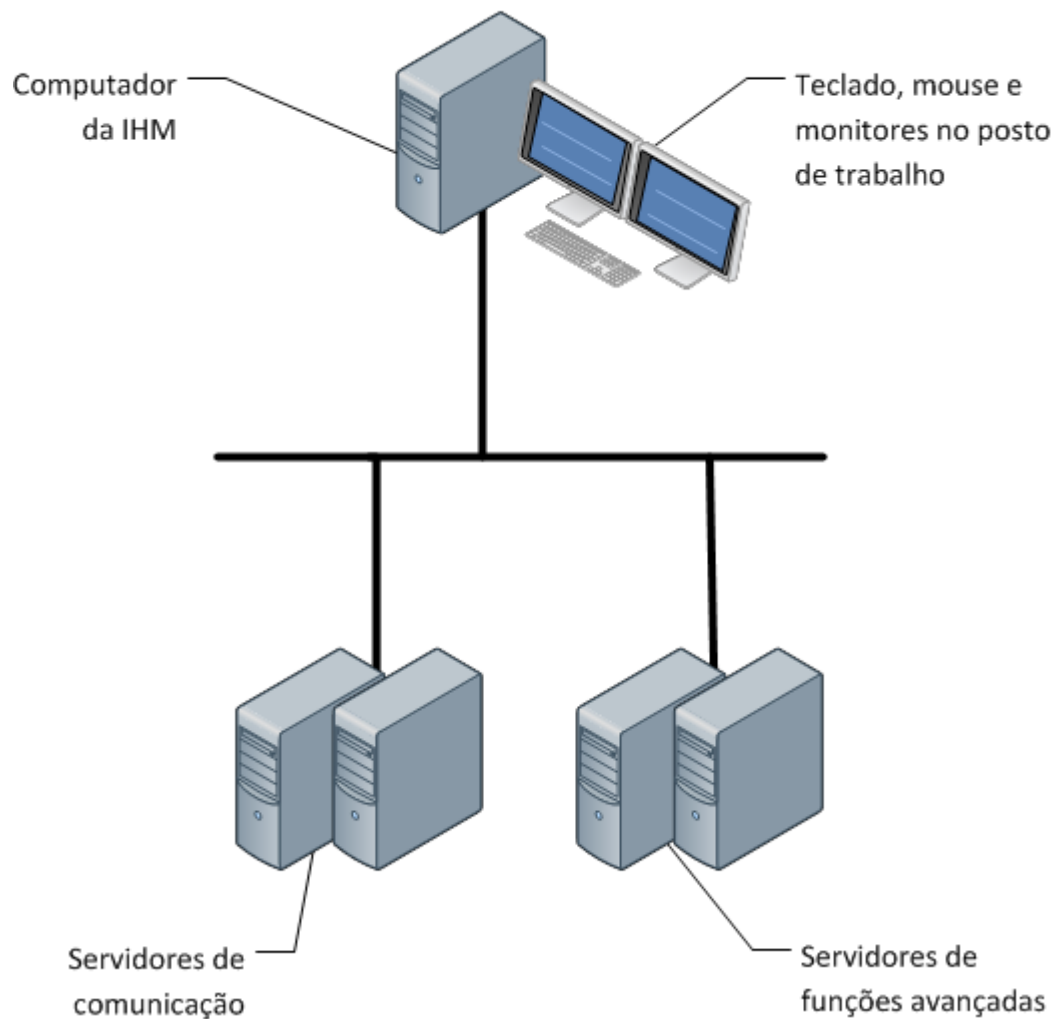


Figura 9 - Arquitetura típica de sistema de controle

Como os conjuntos de servidores atuais executam softwares de alto grau de complexidade e atendem plenamente aos requisitos funcionais, de desempenho e disponibilidade, as sugestões apresentadas a seguir pressupõem que não sejam feitas alterações significativas nos servidores, apenas nas IHMs.

6.1 CONEXÃO DE ÁREA DE TRABALHO REMOTA

Os vários sistemas disponibilizados nos postos de controle são executados em diversos computadores diferentes, cada um com seu próprio teclado, mouse e monitores.

A figura 10 exemplifica um conjunto de sistemas com IHM separadas, cada uma com seu próprio teclado e mouse:

Configuração de equipamentos do Posto de Controle de Tráfego, com equipamentos da IHM de controle de tráfego, CFTV e rede corporativa

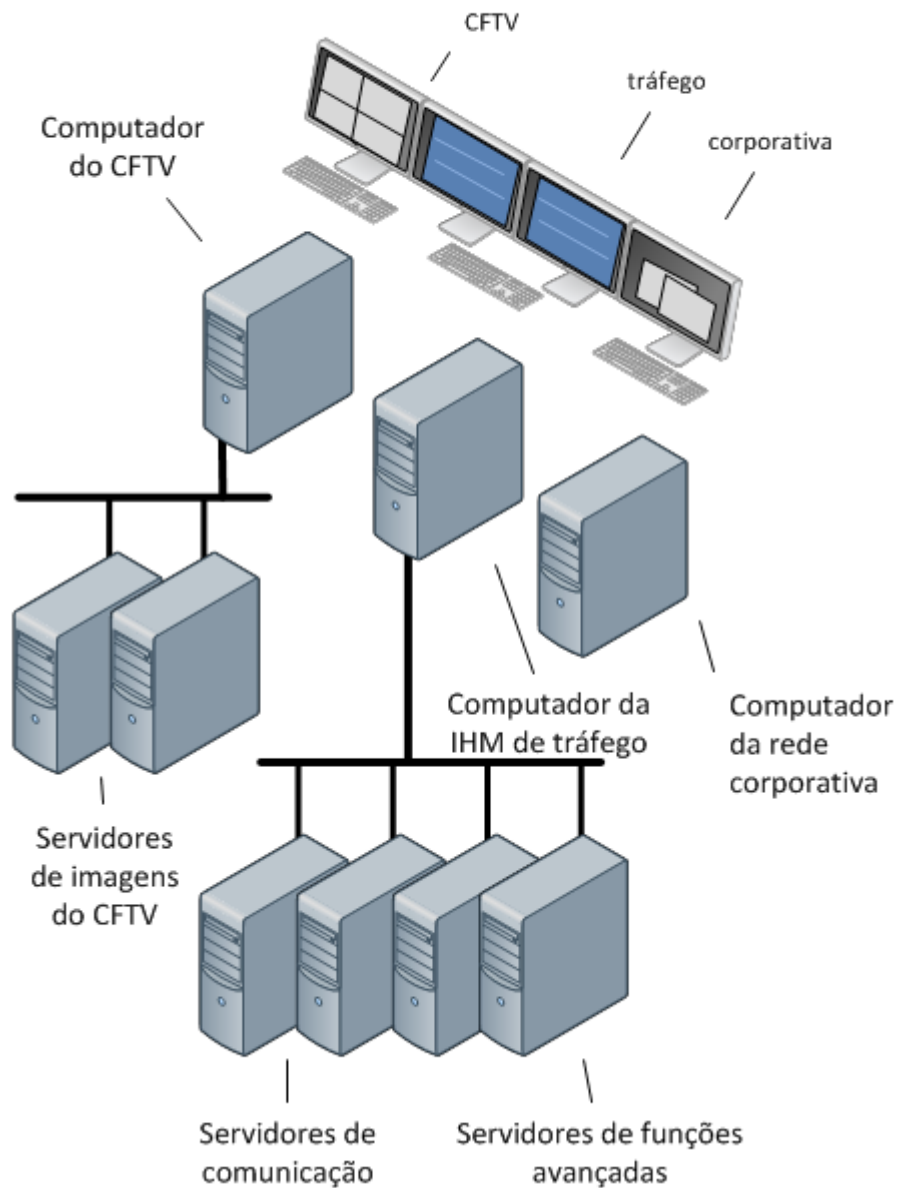


Figura 10 - Arquitetura utilizando computadores separados em cada sistema

O recurso de conexão de área de trabalho remota, disponível na maioria dos sistemas operacionais da atualidade, conecta dois computadores através de uma rede. Uma vez conectado, é possível a visualização da área de trabalho do computador remoto como se estivesse bem na frente dele. Também é possível o acesso a todos os programas e arquivos.

A partir de um único computador pode-se fazer acesso à área de trabalho de vários outros computadores.

Como sugestão, pode-se utilizar um único computador fazendo conexão remota a todos os computadores necessários ao posto de controle. Este único computador concentra as telas de todos os sistemas necessários e apresenta ao operador, que pode utilizar apenas seu teclado, mouse e monitores de vídeo, como apresentado na figura 11:

Configuração de equipamentos do Posto de Controle de Tráfego, com equipamentos da IHM de controle de tráfego, CFTV e rede corporativa

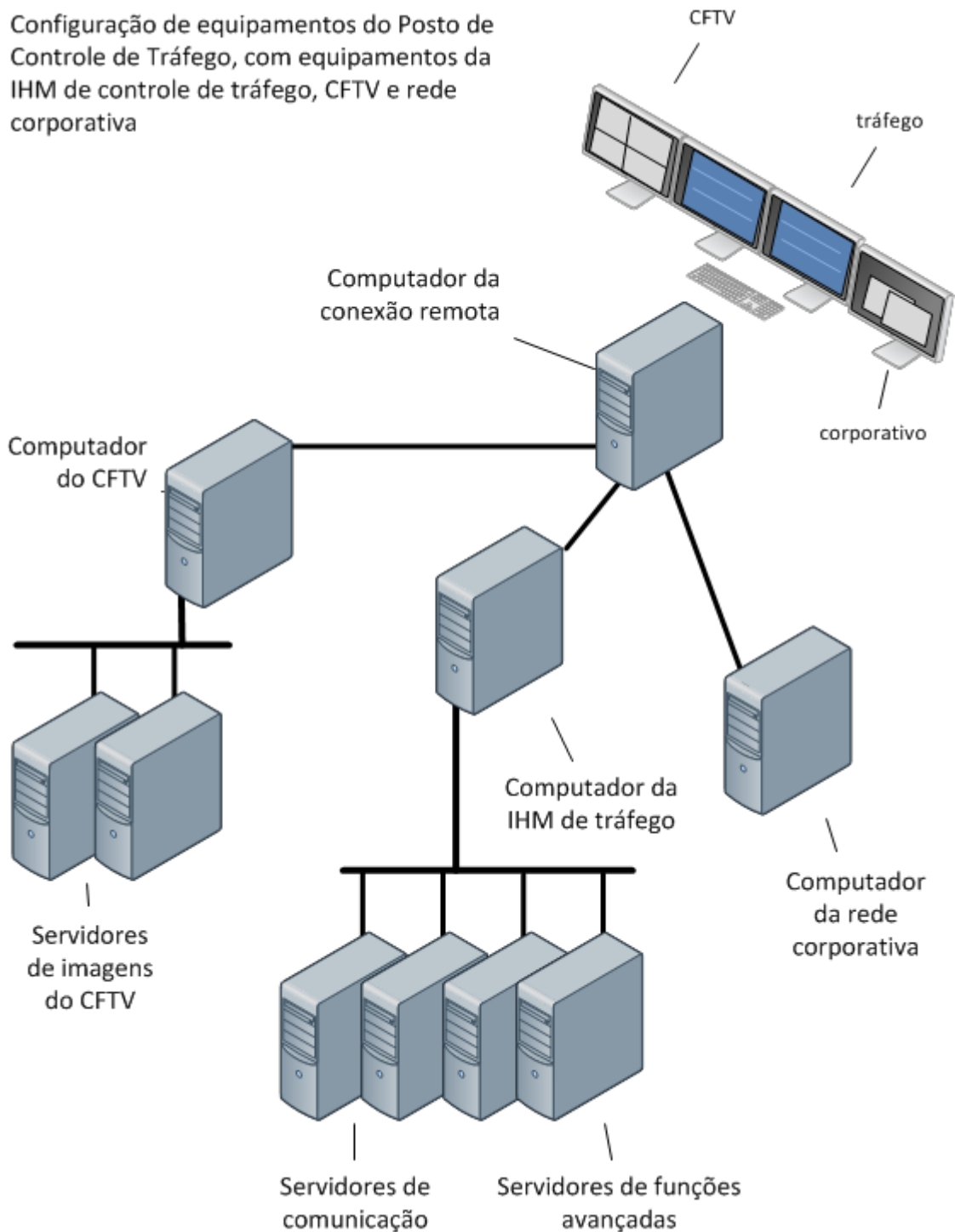


Figura 11 - Arquitetura utilizando conexão remota com área de trabalho

A vantagem deste tipo de implementação está no fato de utilizar os sistemas que já existem, sem alterações. Não é necessário desenvolvimento de telas nem adaptações em protocolos de comunicação. Basta configurar o recurso de conexão remota disponível no sistema operacional para conectar, a partir de um único computador, a cada um dos sistemas e apresentar suas telas. Pode ser aplicado rapidamente. Como desvantagem, a falta de padronização de telas, símbolos e dinâmica de utilização existente nos vários sistemas será mantida.

6.2 IHM ÚNICA

Como alternativa para integração, pode-se desenvolver uma IHM única que acesse todos os subsistemas e os apresenta como único. Entre outros benefícios, pode-se ter a concentração de todos os alarmes em um ponto específico da tela, a padronização da simbologia, das cores e dos relatórios. Deveria ser utilizada uma única metodologia para navegação entre telas, entrada de dados e execução de comandos. A navegação entre os sistemas pode ser totalmente transparente ao operador. Deve-se ter, também, uma redução nos custos de equipamentos, pois não serão necessários computadores para execução da IHM de cada sistema, apenas um conjunto redundante conectado aos servidores de todos os sistemas. A figura 12 apresenta um exemplo da arquitetura de hardware sugerida:

Configuração de equipamentos do Posto de Controle de Tráfego, com equipamentos da IHM única conectada a todos os sistemas

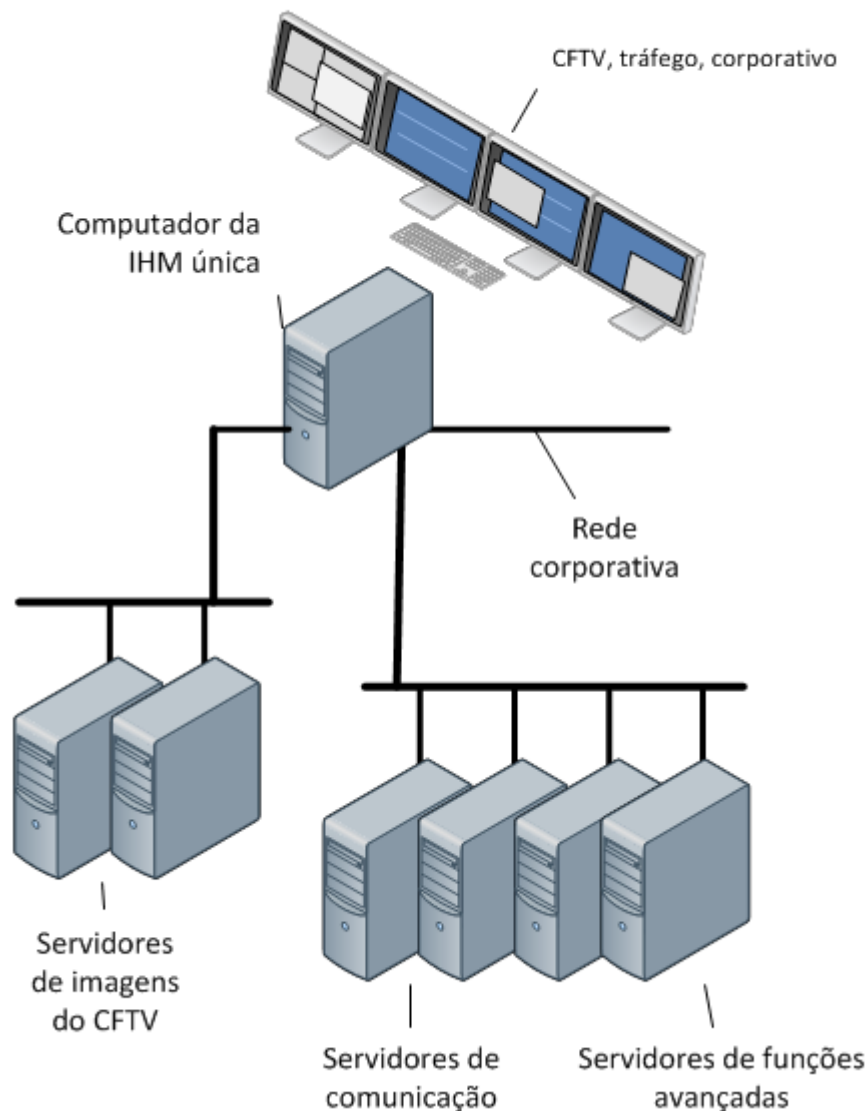


Figura 12 - arquitetura utilizando IHM única

A desvantagem desta alternativa está relacionada à dificuldade de desenvolvimento. Será necessário que a IHM troque informações com sistemas diferentes, através de protocolos de comunicação diferentes, algumas vezes proprietários.

6.3 APLICAÇÃO WEB

A elaboração de IHM baseada no padrão web, desenvolvida na linguagem HTML, também deve ser considerada, pois já é um recurso apresentado por vários sistemas que compõem o centro de controle. Servidores do sistema multimídia e sistema de monitoração eletrônica, entre outros, já dispõem de servidor web. A IHM pode ser desenvolvida para execução em navegador de internet, interagindo com os servido-

res de cada sistema. Seu desenvolvimento pode ser orientado pelas diretrizes de integração definidas, apresentando os mesmos benefícios da IHM única.

Existem sistemas que não possuem servidor web, mas utilizam padrões de comunicação baseado em protocolos abertos como o padrão OPC, por exemplo. Para alguns sistemas já existentes será necessário o desenvolvimento de conversores de protocolo.

6.4 EXTENSOR DE TECLADO, VÍDEO E MOUSE

Uma vez que os sistemas já operam a partir de um único conjunto teclado/mouse, uma das maneiras de aumentar a disponibilidade e flexibilidade, pode ser a utilização de um conjunto extensor de teclado, vídeo e mouse.

A utilização de extensores de teclado, vídeo e mouse do tipo KVMoIP (Keyboard, Video and Mouse over IP) disponíveis no mercado possibilita que os computadores fiquem distantes do posto de trabalho.

KVMoIP é um dispositivo usado para capturar sinais de vídeo, teclado e mouse, comprimir e convertê-los em pacotes e enviá-los através de uma ligação Ethernet para um aplicativo de console remoto que descompacta e reconstitui a imagem gráfica dinâmica. Esses dispositivos permitem que vários computadores possam ser controlados remotamente através de uma rede usando o protocolo TCP/IP.

Sua utilização permite que os computadores, inclusive os responsáveis pelos processos de IHM, sejam instalados em gabinetes. A utilização de gabinetes alocados em sala específica com infraestrutura apropriada de ar condicionado, piso falso, controle de acesso físico, cabeamento estruturado e características de “Data Center”, apresenta vários benefícios relacionados à segurança, facilidades de manutenção, custos, etc.. Também diminui a quantidade de equipamentos instalados nos postos de operação.

A figura 13 mostra como ficaria a arquitetura de hardware utilizando extensores de teclado, vídeo e mouse:

Configuração de equipamentos instalados em data center e conectados aos postos de controle por rede KVMoIP

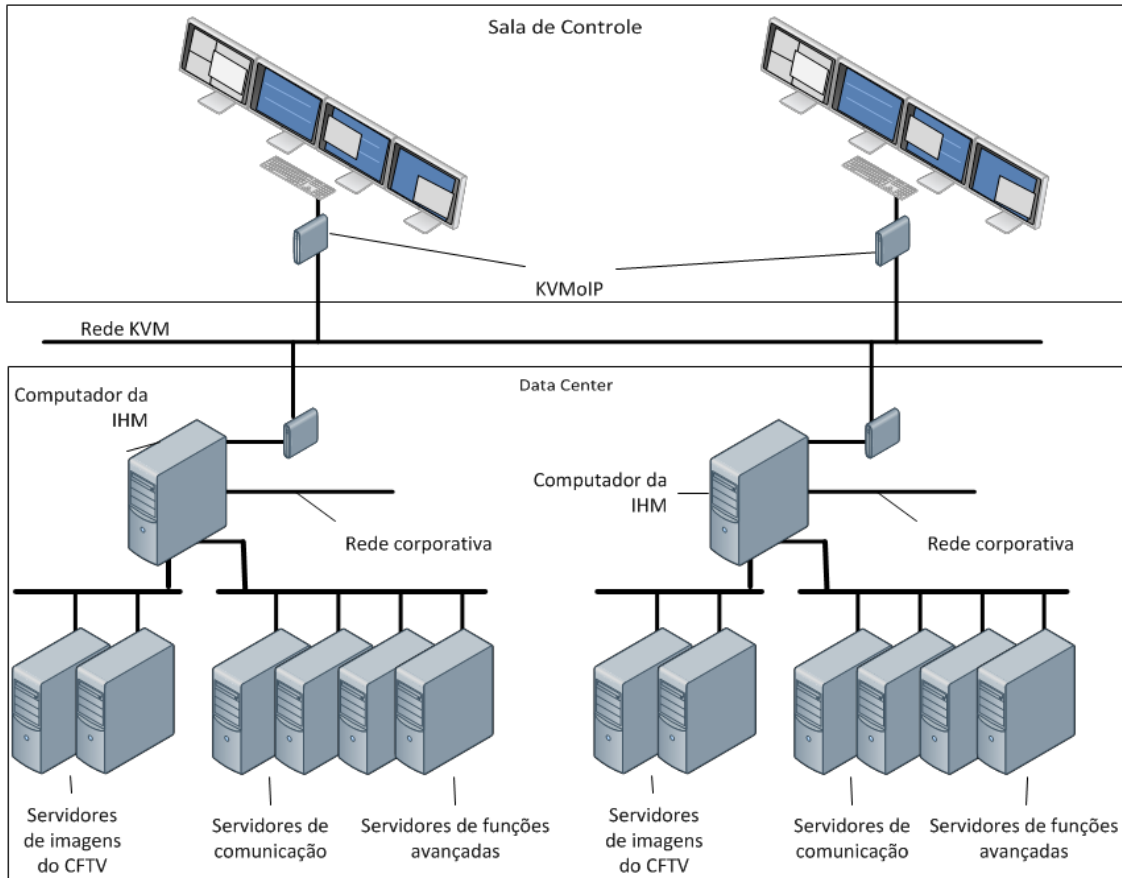


Figura 13 - Arquitetura com rede KVM

Alguns modelos existentes são gerenciáveis e permitem configurações de redundância. Caso o conjunto de teclado, mouse e monitor conectados remotamente a um computador apresente falha, é possível reconfigurar outro conjunto para que assuma as conexões com aquele computador, evitando que o posto de trabalho fique indisponível.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 RESULTADOS

A aplicação do conjunto de diretrizes proposto resulta na padronização da operação dos vários sistemas que compõem o Centro de Controle, além disso, permite que o operador navegue entre os sistemas do posto de trabalho de forma intuitiva e transparente, contribuindo para melhor desempenho da operação.

Cria mecanismos para que a substituição de sistemas ou implementação de novos sistemas, o façam de maneira que o operador não tenha seu padrão de trabalho afetado.

Como a operação dos sistemas passa a ser semelhante, o tempo gasto com treinamentos e adaptação do operador tende a diminuir.

7.2 APLICAÇÃO

Atualmente, o Centro de Controle Operacional do metrô de São Paulo, localizado na Rua Vergueiro, concentra a operação de três linhas de Metrô:

Linha 1 – Azul

Linha 2 – Verde

Linha 3 – Vermelha

A Linha 5 – Lilás tem seu centro de controle localizado em outro prédio, no Capão Redondo. Com a construção do prolongamento e a modernização dos sistemas do trecho existente, a operação centralizada da Linha 5 será transferida para o CCO – Vergueiro.

Além disto, o CCO deve prever espaço para operação de duas novas linhas, em fase de construção.

Vislumbrando a operação centralizada de seis linhas, além da monitoração da Linha 4 – Amarela, a Companhia do Metropolitano de São Paulo optou por remodelar e revitalizar toda a sala de controle.

O processo de revitalização começou durante a elaboração deste trabalho e criou uma ótima oportunidade para que as diretrizes aqui definidas e sugestões apresentadas sejam aplicadas. Tal aspecto demonstra a necessidade deste trabalho que pode vir a beneficiar sobremaneira a eficiência da operação no METRÔ.

Espera-se com isto, que a operação dos vários sistemas que compõem o centro de controle seja padronizada, trazendo mais facilidade e conforto para os operadores e assim melhorando o desempenho na operação do sistema de transporte.

7.3 PERSPECTIVAS

A pesquisa no CoMet mostrou que vários Metrôs pelo mundo compartilham das mesmas necessidades de integração de sistemas pelo qual a METRÔ está passando, o que evidencia a relevância do trabalho desenvolvido pelo grupo, podendo inclusive servir de referência para outras operadoras de Metro no mundo.

As diretrizes geradas neste trabalho podem servir de referência básica na orientação da futura integração dos diversos sistemas existentes no Centro de Controle Operacional do METRÔ aumentando, desta forma, ainda mais a eficiência já reconhecida de seus profissionais.

Pela abrangência do trabalho, ele pode ser aplicado a qualquer tipo de centro de controle, não se limitando a sistemas metro-ferroviários.

Referências

- BEVAN, & MACLEOD. (1994). *Behaviour and Information Technology*.
- CAKIR, A., HART, D. T., & STEWART, T. F. (1980). *Les Terminaux a Écran. Les Editions d'Organization*. Paris.
- CHANG, C. S., & LAU, C. M. (n.d.). The Design of Modern Control Centres for the 21st Century - Human Factors and Technologies. *Kowloon-Canton Railway Corporation*.
- DANIELLOU, F. (1986). *L'Opérateur, la Vanne, l'Écran. L'Érgonomie Dans les Industries de Processus*. Montrouge: Publication de L'ANACT.
- DE KEYSER, V. (1980). *Études sur la Contribution que Pourrait Apporter l'Ergonomie e la Conception des Systemes de Controle et d'Alert dans les Industries de Transformation*. Bruxelles: Contract C. C. E.
- DIAS, C. (2006). *Usabilidade na Web*.
- GRANDJEAN, E. (1987). *Design of VDT Workstation in Savendy, G. Handbook of human factors*. New York: John Wiley & Sons.
- HAEUSING, M. (1976). Color Coding of Information on Eletronic Display. *Proceedings of the Sixth Congress of the International Ergonomics Association*, (pp. 210-217).
- NR17. (1990). *NR17 - Ergonomia. Portaria n.º 3.751 Ministério do Trabalho*.
- SCHERRER, J. (1967). *Physiologie du travail*. Paris: Masson.
- SILVERSTEIN, L. D., & MERRIFIELD, R. M. (1981). Color Selection and Verification Testing for Airborve Color CRT Display. *Proceedings of One Fifth Advanced Aircrew Display Simposium*. Naval Air Test Center.
- SPERANDIO, J. (1984). *L'Ergonomie du Travail Mental. Collection de Psychologie Appliquée*. Paris: Masson.
- www.memoriametro.com.br. (n.d.).
- ZAMBERLAN, M., & SANTOS, V. (1992). *Projeto Ergonômico de Salas de Controle*. Mapfre.

Anexo A – Questionário do CoMet

O questionário a seguir foi postado no website do CoMet (Community of Metro) e foi respondido por:

- Companhia do Metropolitano de São Paulo;
- Metrô Rio;
- Rail Corporation New South Wales;
- Taipei Rapid Transit Corporation Ltd.;
- Delhi Metro Rail Corporation Ltd.;

Questão 1

Você tem mais de um posto de trabalho em seu OCC? Quais são esses postos e quais são suas funções?

Metrô de São Paulo

- Console de Fluxo de Passageiros (CFP): responsável pela comunicação com o usuário em caso de degradação do sistema, acompanhamento dos portadores de necessidades especiais, seleção das câmeras e comandos sobre os equipamentos de fluxo como Bloqueios e escadas rolantes;
- Console de Energia e Auxiliares (CEA): responsável pela supervisão e comando de toda a rede elétrica que alimenta o Sistema, bem como pelo Comando dos equipamentos de ventilação;
- Console de Controle de Trens (CCT): responsável pela supervisão e comando dos equipamentos voltados ao tráfego. Neste caso existe uma integração entre tráfego e energia, uma vez que a partir do CCT podemos comandar a energização e desenergização do terceiro trilho, desde que aja uma autorização previa do posto de energia, esta autorização é um comando, a partir da IHM, que possibilita o CCT a enviar os comandos de terceiro trilho;
- Console de Controle de Pátio (CPAT): responsável pela supervisão e comando de equipamentos de tráfego e energia na região do pátio, administração de atividades de manutenção e lavagem de trens, disponibilização de trens para operação comercial e entrega de áreas para manutenção.

- Console de Controle (CTL): responsável pelo acompanhamento dos equipamentos voltados a arrecadação bem como a geração de relatórios operacionais.
- Console de Controle de Segurança (CCS): responsável por monitorar o sistema no que se refere à segurança pública, controle de duplas de agentes de segurança, inibição de furtos, roubos e comportamento inadequado de usuários.

Metrô Rio

- Controle de Tráfego (PCT): responsável pelo monitoramento do tráfego dos trens e tração;
- Controle de Segurança (PCOS): responsável pela atribuição dos agentes de segurança e fiscalização ao longo das estações;
- Controle de Comunicação Operacional (OCO): encarregado de anúncios sonoros para as estações;
- Controle de Serviços das Estação (PSE): responsável por monitorar todos os serviços básicos prestados nas estações;
- Controle de Energia (PCE): responsável pela supervisão e controle das instalações de fornecimento de energia;
- Controle de Bilhetagem (PCV): Responsável pelo monitoramento do sistema de coleta de tarifa;
- Controle de Serviços de Ações Táticas (SATI): encarregado de monitorar toda a rede (questões de segurança).

RailCorp

- Gerente de turno: responsável por liderança, gestão e tomada de decisão, administração de pessoal do turno e coordenação de atividades, ações corretivas para lidar com interrupção de serviço, gestão de metas de longo prazo, comunicação com equipes de manutenção, investigação de acidentes e coordenação em situações de emergência.
- Supervisor de Operações: responsável por correção de problemas, gerenciamento de informações operacionais, autorização de acesso a via por equipes de manutenção, ações corretivas em caso de acidentes, ajustes na programação dos trens.

- Operador de linha: responsáveis por coordenação de atividades dentro de área restrita, movimentação da movimentação de trens e funcionários, controle de rotas, implementação e coordenação de estratégias em caso de interrupção de serviço.

Taipei

- Controlador Chefe: responsável pelo monitoramento das condições regulares de trabalho dos postos de operação e supervisão da segurança operacional e desempenho operacional global.
- Controlador de Linha: responsável pela supervisão da segurança operacional e desempenho operacional e gestão de rotas, comunicação com o pessoal da estação e pessoal de trem por telefone e coordenação das operações regulares de trens. Quando ocorre um incidente, os controladores de linha atuam diretamente com operadores de trem para executar operações e despachos.
- Controlador de trem: responsável pela monitoração da operação dos trens, comunicação com os operadores de trem e funcionários de estação por rádio, despacho trens para as rotas e condições anormais.
- Controlador de Engenharia: responsável pelo sistema de falhas, procedimentos de reparo e acompanhamento.
- Controlador de energia: responsável pela operação normal do sistema de alimentação de energia e monitoração instalações do sistema de fornecimento de energia.
- Controlador de ambiente: responsável pelo funcionamento regular das instalações de ar condicionado em postos e salas de equipamentos e monitoração do ar condicionado, ventilação, combate a incêndios, pressão mínima, água e instalações de energia elétrica.
- Assistente de Informação: responsável por fornecer aos passageiros, informações operacionais e transmitir informações sobre incidente em tempo real.

Delhi

- Controlador Chefe (CHC): responsável pela supervisão e orientação do controlador de tráfego em situações normais e de emergência, interface com outros departamentos e agências externas, atribuição de áreas de

controle, autenticação de usuários, disponibilização de trens para manutenção e coordenação de atividades em caso de emergência de.

- Controlador de Tráfego (TC): responsável pela operação dos trens programados ou não, disponibilidade de trens para a operação comercial, monitoramento abertura das estações, funcionamento dos equipamentos de estação, incluindo sistema AFC, elevadores e escadas rolantes, divulgação de informações para os passageiros e coordenação todas as atividades em caso de atraso dos trens.
- Controlador de Energia para Tração (TPC): responsável por manter a continuidade do fornecimento de energia, tomar medidas para restaurar os serviços em caso de interrupções de fornecimento de energia ou outras falhas do sistema OHE, imposição e remoção de blocos de força.
- Controlador de Material Rodante (RSC): responsável pela disponibilidade de trens, monitoração da circulação dos trens na linha principal e tratamento de falhas relacionadas, solução de problemas de material rodante, despacho de pessoal de manutenção para trens defeituosos em estação/seção.
- Controlador de Gerenciamento de Falhas (FMC): responsável pela informação para equipe de controle e manutenção do sistema em caso de falha/anormalidade, despacho equipe de manutenção, coordenação e autorização de trabalho para manutenção/obras, registro e relatórios relacionados a falhas de sinalização na linha principal.
- Controlador de Sistemas Auxiliares (ASC): responsável pelo controle, ativação e coordenação do Sistema de ventilação de túnel e sistema de controle ambiental durante situações de emergência e/ou situações normais, gerenciamento de falhas em elevadores e escadas rolantes.
- Controlador de Segurança (SC): responsável pelo monitoramento e controle da segurança em todo o sistema em circunstâncias normais, monitoramento de CCTVs para detectar qualquer atividade incomum ou anormal/pessoa/objeto, comando e Controle de Equipes de Resposta Rápida da CISF, comando e Controle dos esquadrões anti-bomba e de cão do CISF, Tratamento de casos de roubo, punquistas, provocação, mau comportamento e briga.

Questão 2

Subsistemas que são tratadas em cada posto?

Metrô de São Paulo

Atualmente temos:

Console de Fluxo de Passageiros (CFP):

- IHM do sistema de controle.
- Rádio.
- Telefone.
- Rede corporativa.

Console de Energia e Auxiliares (CEA)

- IHM do sistema de controle.
- Telefone.
- Console de Controle de Trens (CCT).
- IHM do sistema de controle.
- Rádio.
- Telefone.
- Rede corporativa.

Console de Controle de Pátio (CCP)

- IHM do sistema de controle de pátio.
- IHM do sistema de controle de trens.
- IHM do sistema de controle de energia.
- Rádio.
- Telefone.
- Rede corporativa.
- Controle de atividades do pátio (rede corporativa).

Metrô Rio

Posto de controle de tráfego (PCT):

- IHM de controle do sistema (comunicação Trem-CCO, controle de energia de tração, controle de rota, comando e regulação do headway).
- CCTV.
- Rádio de comunicação.
- Telefone.

- Rede corporativa.

Posto de Controle de Segurança (PCOS):

- CCTV.
- Rádio de comunicação.
- Telefone.
- Rede corporativa.

Posto de Controle de Comunicação Operacional (OCO):

- CCTV.
- Sistema PA.
- Rádio de comunicação.
- Telefone.
- Rede corporativa.

Posto de Controle de Serviços das Estações (PSE):

- CCTV.
- Rádio de comunicação.
- Telefone.
- Rede corporativa.

Posto de Controle de Energia (PCE):

- IHM de controle do sistema (monitoramento de todo o sistema de fornecimento de energia).
- Telefone.
- Rede corporativa.

Posto de Controle de Bilhetes (PCV):

- IHM de controle do sistema (sistema de cobrança de tarifa).
- Telefone.
- Rede corporativa.

Posto de Controle de Serviços de Ações Táticas (SATI) (sistema de registro de ocorrências):

- CCTV.
- Rádio de comunicação.
- Telefone.
- Rede corporativa.

RailCorp

- Telefones fixos analógicos.
- Telefones fixos digitais.
- Sistema de rádio discreto de trem.
- Sistema de rádio de canal aberto.
- Sistema de Localização de trem.
- Micro computador com telas visão geral do sistema de sinalização.
- CCTV.

Taipei

As descrições das instalações para cada posição são como se segue:

Controlador Chefe

- Sistema de envio de mensagens de texto.
- IHM do computador de sinalização.
- Telefone com linha externa.
- CCTV.

Controlador de Linha

- IHM do computador de sinalização.
- Telefone linha direta.
- Telefone com linha externa.
- CCTV.

Controlador de trem

- IHM do computador de sinalização.
- Rádio de comunicação.
- CCTV.
- Telefone linha direta.
- Telefone com linha externa.

Controlador de Engenharia

- Telefone linha direta.
- Telefone com linha externa.
- Rádio de comunicação.

Controlador de Energia

- IHM do computador de energia.
- Telefone com linha externa.

Controlador Ambiental

- IHM computador Ambiental.
- Telefone para linha externa.

Assistente de Informação

- Sistema anúncio de estação.
- Telefone com linha externa.
- PIDS.
- EMDS.
- CCTV.

Delhi

A lista de equipamentos manipulados em cada posto de operação é dada a seguir:

Chief Controller (CC):

- CATS (Central automatic train supervision) Workstation.
- RCW (Radio control Workstation).
- DLC (direct line console).
- Digital phone.
- Hot lines.
- Zetron radio unit.
- CCTV monitor.
- PC.

Traffic Controller (TC):

- CATS (Central automatic train supervision) Workstations.
- RCW (Radio control Workstation).
- DLC (direct line console).
- Digital phone.
- Zetron radio unit.
- CCTV monitor.

Traction Power Controller (TPC):

- SCADA based Workstations.
- Zetron radio unit.
- DLC (Direct line console).
- Telephone.
- PC.

Rolling Stock Controller (RSC):

- DLC (direct line console).
- Digital phone.
- Zetron radio unit.
- PC.

Fault Management Controller (FMC):

- CATS (Central automatic train supervision) Workstation.
- RCW (Radio control Workstation).
- DLC (direct line console).
- Digital phone.
- Zetron radio unit.
- CCTV monitor.
- PC.

Auxiliary System Controller (ASC):

- Non Power SCADA Workstations
- DLC (Direct line console)
- Zetron radio unit
- Telefone.
- PC.

Security Controller (SC):

- CCTV monitors.
- Digital phone.
- Zetron radio unit.
- PC.

Questão 3

O seu CCO têm postos que lidam com recursos tais como, telefone, rádio, comando equipamento de campo, etc. por meio de um único IHM? O operador pode estabelecer uma chamada de telefone, selecionar uma câmera, ver uma imagem usando o mesmo IHM?

Metrô de São Paulo

Não.

Metrô Rio

Não.

RailCorp

Sim nosso IHM único é chamado Voice System Comunicação "VCS". Todo posto no CCO tem um VCS, cada operador tem capacidade de estabelecer (fazer e receber) chamadas telefônicas múltiplas e chamadas de rádio de trem.

Taipei

Atualmente cada posto de operação do CCO tem instalações independentes. Nós não integramos todas as instalações em um único sistema. Mas algumas instalações de hardware usam SWITCH KVM conectando a um teclado, tela e mouse.

Delhi

Não.

Questão 4

Quais são as vantagens e desvantagens de IHM integrado?

Metrô de São Paulo

O Metrô de São Paulo não tem IHM integrada.

Metrô Rio

N/A. MetroRio não tem MMI integrado.

RailCorp

Vantagens:

- VCS é touch screen.
- Mantido internamente.
- Todos os operadores podem utilizar quaisquer VCS no OCC.
- Múltiplas chamadas simultâneas podem ser enviadas e recebidas.

Desvantagens:

Atualizações de sistema podem ser caras (um fornecedor).

Taipei

N/A.

Delhi

N/A.

Questão 5

Em uma atualização do sistema, como uma expansão da linha, que problemas você teve que enfrentar em matéria de integração entre os sistemas novos e antigos? No caso de ter feito a opção de controlar o sistema antigo pelo posto já existente e o sistema novo por um posto novo, quais os fatores que levaram a esta solução?

Metrô de São Paulo

Sistemas novos geralmente não se integram aos sistemas existentes, provocando despadronização.

Metrô Rio

N/A.

RailCorp

Controle de trem e funções de sinalização são separados fazendo com que atualizações do sistema sejam mais fácil de integrar. CCO não manipula quaisquer pontos ou sinais. Cada sistema antigo ou novo tem uma tela de visão geral.

Taipei

Quando há uma expansão da linha, o novo sistema da linha expandida irá integrar no sistema antigo da linha. O usuário pode usar o mesmo método de operação.

Delhi

Pode ser considerado como manutenção.

Questão 6

Se tiver vários recursos integrados em um único IHM, o que faz no caso do IHM ficar indisponível?

Metrô de São Paulo

N/A.

Metrô Rio

N/A.

RailCorp

Se a IHM se tornar indisponível um sistema de contingência é iniciado. O sistema de contingência usa telefones independentes e aparelhos de rádio para comunicações.

Taipei

N/A

Delhi

Nós usamos IHM individuais para operar.

Questão 7

Quantos monitores de vídeo, teclados e mouses que você tem em cada posto de operação?

Metrô de São Paulo

- CFP – 6 monitores, 2 teclados e mouses, PA e 2 telefones.
- CCT – 3 monitores, 2 teclados e mouses, rádio, 2 telefones.
- CEA – 3 monitores, 2 teclados e mouses, 2 telefones.
- CPAT – 6 monitores, 4 teclados e mouses, 2 telefones, rádio.

Metrô Rio

- PCT - 13 computadores + 2 dispositivos de comandos especiais + 1 painel sinóptico.
- SOP - 4 computadores + 1 grande tela (imagens de CCTV).
- OCO - 3 computadores.
- PSE - 4 computadores.
- PCE - 2 computadores.
- PCV - 4 computadores.
- SATI - 4 computadores + 1 display.

RailCorp

- 1 tela VCS.
- 1 tela CCTV.
- 4 telas de localização de trem.
- 1 tela PC Administração.
- 1 tela Visão Geral.
- Teclados.
- Mouses.

Taipei

- Cada posto de operação tem 2 a 4 monitores de vídeo, teclados e mouses.

Delhi

- TC – 7 monitores, 5 teclados e 5 mouses (A quantidade pode variar de linha para linha).
- CHC – 5 monitores, 5 teclados e 5 mouses.
- TPC – 6 monitores, 4 teclados e 4 mouses.
- RSC – 3 monitores, 2 teclados e 2 mouses.
- FMC – 4 monitores, 4 teclados e 3 mouses.
- ASC – 8 monitores, 8 teclados e 7 mouses.

Questão 8

Os postos de operação fazem interface com sistemas corporativos?

Metrô de São Paulo

Cada posto tem um computador corporativo que não se conecta ao sistema de controle.

Metrô Rio

Sim.

RailCorp

Nenhum.

Taipei

Sim. Cada posto de operação tem um computador administrativo e se conecta a outros sistemas corporativos via website.

Delhi

Sem resposta.

Questão 9

As imagens de CCTV podem ser vistas em qualquer monitor CCO?

Metrô de São Paulo

Não, apenas monitores dedicados.

Metrô Rio

Nem todas as imagens.

RailCorp

Não, apenas monitores dedicados.

Taipei

Nem todos os computadores do CCO podem monitorar imagens de CCTV. Apenas o computador de postos de operação específicos pode monitorar imagens de CCTV.

Delhi

Não.

Questão 10

Todos os sistemas obedecem aos mesmos padrões gráficos de cores e símbolos?

Metrô de São Paulo

Não.

Metrô Rio

Cores padrão – Não.

Símbolos padrão – Sim.

RailCorp

Sim, exceto os tamanhos de tela são dependentes do usuário.

Taipei

A operação do CCO tem os mesmos padrões para que equipes de postos de operação possam identificar e operar.

Delhi

Não.