



Centros de Controlo e Condução de Redes Eléctricas: Questões Relativas ao Tratamento da Informação Utilizadores

Zita Vale



1 Introdução

2 Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas

3 Identificação de alguns problemas dos CC

4 Utilização de Inteligência Artificial (IA) para resolver alguns dos problemas identificados nos CC

Utilizadores

5 Conclusões

Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas

- Tradicionalmente, nos Sistemas Eléctricos de Energia (SEE) as instalações tinham pessoal permanente
- Os avanços verificados na área das telecomunicações permitiram alterar esta situação
 - a grande maioria das instalações que constituem os actuais SEE não dispõe de pessoal permanente
 - nos actuais SEE as decisões e acções de controlo e operação são concentradas em instalações especialmente vocacionadas para o efeito, designadas por

Utiliza

Centros de Controlo e Condução
Centros de Controlo
Centros de Condução
(CC)



Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas



**Despacho Nacional
da REN
(Sacavém)**





Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas



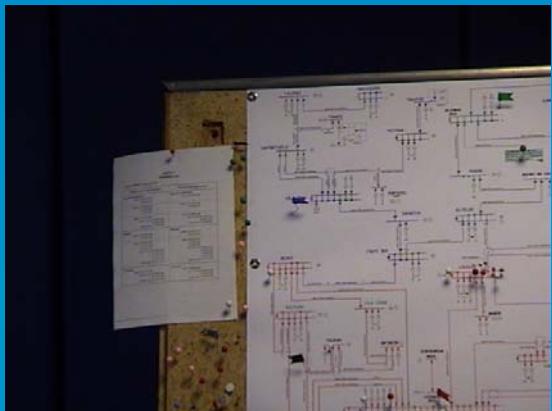
**Centro de Operações de
Rede da REN
(Vermoim)**

Utilizadores



Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas

Centro de Condução da EDP Distribuição (Porto)





Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas

- O desempenho dos actuais SEE está altamente dependente do desempenho dos Centros de Controlo e Condução
- Os CC assumem uma importância ímpar para a qualidade de serviço
- A importância dos CC mantém-se e é **Uma vez mais reforçada** pelos processos de reestruturação dos SEE e dos mercados de energia eléctrica



Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas

- **O funcionamento eficiente destes Centros requer**
 - **sistemas capazes de, em tempo real, adquirir e enviar aos mesmos informação fiável sobre o estado dos diversos componentes das redes eléctricas de que eles são responsáveis**
- **Estes centros recebem informação em tempo real sobre o SEE através de um sistema SCADA (“Supervisory Control and Data Acquisition”)**
- **Por outro lado, os operadores destes Centros deverão poder enviar ordens, também em tempo real, de comando para o equipamento das instalações do sistema de energia**



Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas

O carácter complexo das tarefas realizadas nestes Centros leva à necessidade de forte apoio computacional, exigindo meios avultados, quer em termos de equipamento, **Utilizando** quer em termos de software



Centros de Controlo e Condução (CC) de Redes Eléctricas

- O tratamento da informação recebida exige aplicações computacionais que utilizam a informação existente

- trânsitos de potências
- cálculo de curto circuitos
- estimação de estado
- análise de contingências
- despacho óptimo

Utilizadores

- ...
- geradores de mensagens e de alarmes



Identificação de alguns problemas dos CC

- Têm sido identificadas, ao longo dos tempos, questões relativas ao funcionamento dos CC, que se enquadram no âmbito de problemas importantes na exploração dos SEE
- O grupo de trabalho "Current Operational Problems" do sub-comité "System Operation" do IEEE conduziu diversos estudos neste âmbito

**Alguns dos problemas mais importantes
da exploração dos SEE
devem-se a problemas nos CC**

Identificação de alguns problemas dos CC



Pergunta	Número de Respostas Afirmativas	Percentagem de Respostas Afirmativas
Os operadores estão satisfeitos com o processamento de alarmes durante situações normais da rede?	65	74,7%
Os operadores estão satisfeitos com o processamento de alarmes durante situações de emergência da rede?	21	24,1%
Os operadores acham que alguns alarmes em vez de ajudarem causam problemas?	66	75,9%

Identificação de alguns problemas dos CC



- **Alarmes em situações de exploração normal e de incidente**
- **Simuladores para treino de operadores dos CC**
- **Avaliação dos programas de treino de operadores dos CC**
- **Desempenho dos operadores dos CC**

Três tipos
de
problemas

utilizadores
relativos à análise e controlo do SEE

com os sistemas computacionais

com o pessoal envolvido



Identificação de alguns problemas dos CC

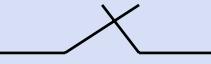
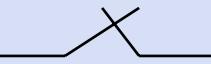
- As aplicações existentes não apresentavam uma lista de alarmes adequada aos operadores dos CC, especialmente em situações de incidente
- Estudos mais recentes (ex: do grupo de trabalho 39.03 da CIGRÉ em 1995) mostraram que estas questões se mantêm

O processamento da informação nos CC está identificado como uma questão fundamental para o desempenho eficiente destes Centros

- Um dos aspectos essenciais desta questão é o processamento dos alarmes que são apresentados aos **utilizadores**
- A adequação das interfaces com o utilizador e as aplicações de apoio ao treino de operadores são aspectos complementares muito relevantes



Identificação de alguns problemas dos CC

E1		Disjuntor abre em T1
E2		Disjuntor fecha em T2
E3		Disjuntor abre em T3
E4		Disjuntor fecha em T4

Otimizações

$T_1 < T_2 < T_3 < T_4$

$$\begin{aligned}T_2 - T_1 &\leq 500 \text{ ms } (0,5 \text{ s}) \\T_3 - T_2 &> 5000 \text{ ms } (5 \text{ s})\end{aligned}$$

E3 não está relacionado com E1 e E2

E1,E2 => disparo trifásico com religação bem sucedida

$$\begin{aligned}T_2 - T_1 &\leq 500 \text{ ms} \\T_3 - T_2 &\leq 5000 \text{ ms}\end{aligned}$$

E3 está relacionado com E1 e E2

E1,E2,E3 => disparo trifásico com religação mal sucedida

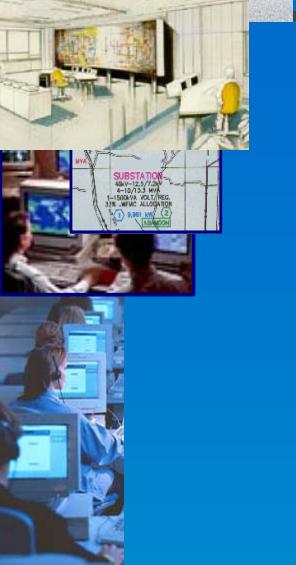


Identificação de alguns problemas dos CC

- **As questões relativas ao tratamento da informação disponível nos CC continuam a ser muito relevantes para os SEE actuais**
 - A evolução verificada nos equipamentos informáticos tem permitido processar cada vez mais rapidamente a informação disponível
 - Trata-se um volume crescente de informação com origens diversas
 - As limitações dos operadores humanos nem sempre têm sido consideradas, existindo um fosso entre as aplicações computacionais e os seus utilizadores



Identificação de alguns problemas dos CC



- Os meios de apoio aos operadores têm melhorado
- As suas tarefas continuam a ser altamente exigentes
 - Erros na actuação dos operadores
 - mesmo no caso de operadores experientes

Utiliz

Situações de Incidente

Apagões



Identificação de alguns problemas dos CC

- **Os operadores dos CC continuam a ser a peça fulcral na exploração dos SEE**
 - têm uma importância fundamental para a respectiva qualidade de serviço
 - têm a seu cargo tarefas muito diversas e complexas

Algumas destas actividades são rotineiras

mas uma parte importante envolve decisões complexas

e têm um forte impacto no desempenho dos SEE



Justificação da adequação das técnicas de Inteligência Artificial aos problemas considerados

- As aplicações informáticas tradicionais não permitem um apoio à decisão adequado, especialmente no caso de situações de emergência
 - Os operadores dos CC têm que tomar decisões de natureza essencialmente **qualitativa** para as quais a sua **experiência** é extraordinariamente importante
 - Os métodos usados pelas aplicações informáticas tradicionais não são adequados a este tipo de situações

Unizadores



Justificação da adequação das técnicas de Inteligência Artificial aos problemas considerados

- O raciocínio envolvido no desempenho destas tarefas é de vários tipos:
 - Dedutivo
 - Indutivo
 - Intuitivo
 - Utiliza Combinatório

práticas e filosofias de
usam a sua experiência para
tomar decisões, baseadas na
antecipação das suas
consequências
(do particular para o geral)

encientes e
inesperadas para as quais não há
planos nem soluções
previamente estabelecidos



Justificação da adequação das técnicas de Inteligência Artificial aos problemas considerados

- **O raciocínio intuitivo permite uma análise rápida de situações complexas, mesmo sem consciência do processo de raciocínio completo**
 - decisões de alto nível
 - situações de emergência

É o tipo de raciocínio no qual
Utilizam-se as aplicações informáticas
são mais limitadas

Justificação da adequação das técnicas de Inteligência Artificial aos problemas considerados

- As aplicações baseadas em IA são as que abordam melhor as questões relativas aos tipos de raciocínio referidos
- A capacidade de desenvolver raciocínio, nomeadamente intuitivo, está muito próxima daquilo que geralmente se considera específico da inteligência humana

É por esta razão que as técnicas baseadas em IA permitem o desenvolvimento de aplicações informáticas muito relevantes para o apoio aos operadores dos CC



Aplicações de Inteligência Artificial nos CC

- A aplicação de técnicas de Inteligência Artificial (IA) nos SEE foi proposta a partir da década de 1970
 - Só muito mais tarde apareceram as primeiras aplicações reais
 - Na última década do século XX, um número significativo de empresas de electricidade tinha já realizado experiências de utilização de aplicações utilizando IA
 - Os CC, como importantes centros de decisão, apresentam problemas para os quais as técnicas de IA se revelam muito adequadas
 - Grande parte das aplicações de IA em SEE destinam-se aos CC
- ## Utilizadores
- A maioria destas aplicações destina-se a apoiar os operadores destes centros no desempenho das suas tarefas



Aplicações de Inteligência Artificial nos CC

- Técnicas de IA mais utilizadas

Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC)

Redes neurais

Lógica difusa

Algoritmos genéticos

Sistemas multi-agente

- Outras técnicas

- Programação com restrições (por ex: CLP)

Utilizadores

- Planeamento automático

- ...

- Combinação de várias técnicas



Aplicações de Sistemas Baseados em Conhecimento em Sistemas Eléctricos de Energia

■ Os Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC) e particularmente os Sistemas Periciais (SP)

- são adequados para tratar um grande conjunto de problemas relativos à operação dos SEE
- apresentam também um conjunto significativo de dificuldades, as quais são especialmente relevantes no caso das aplicações nos CC:
 - aquisição do conhecimento
 - manutenção do conhecimento
 - nomeadamente à actualização do conhecimento
 - validação e verificação

Utilizadores

- As questões da integração dos SBC nos CC e da participação dos respectivos utilizadores em todo o processo de desenvolvimento são também muito relevantes e complexas



Aplicações de Inteligência Artificial nos CC

- Foram feitas experiências para resolver muitos dos problemas dos SEE com recurso a técnicas baseadas em IA
- Algumas áreas de aplicação ganharam uma maior importância porque os problemas que apresentam são especialmente adequados para serem tratados com este tipo de técnicas e também porque são especialmente importantes para a exploração dos SEE
 - Os problemas de diagnóstico adaptam-se bem ao uso de técnicas de IA
 - Aplicações relativas ao SEE em geral e para diversas das suas partes constituintes
 - Diagnóstico em

Utilizadores

- sistemas de transmissão
- centrais e subestações
- em equipamento diverso dos SEE (ex: grupos geradores e transformadores)



Aplicações de Inteligência Artificial nos CC

- A análise de defeitos e o diagnóstico em redes de transmissão e de distribuição é uma área muito importante de aplicação de IA em SEE
 - grande importância no âmbito dos SEE
 - adequação para o tratamento com técnicas de IA
- A análise de defeitos e o diagnóstico estão relacionados com
 - processamento de alarmes
 - sistema de protecção

Utilizadores

O processamento de alarmes
é um dos campos mais relevantes
de aplicação de IA nos CC



Aplicações de Inteligência Artificial nos CC



- **Acções de recuperação (especialmente a reposição do serviço após a ocorrência de incidentes)**
 - redes de transmissão
 - redes de distribuição
 - A aplicação de técnicas de IA tem ainda aplicação relevante para
 - estudos de segurança
 - previsão de cargas
 - controlo de energia reactiva
 - problemas de planeamento e escalonamento
- ## Utilizadores
- optimização da configuração da rede
 - planeamento das acções de manutenção
 - escalonamento de grupos geradores

SPARSE - Exemplo de um Sistema Baseado em Conhecimento (SBC) para apoio aos operadores dos CC

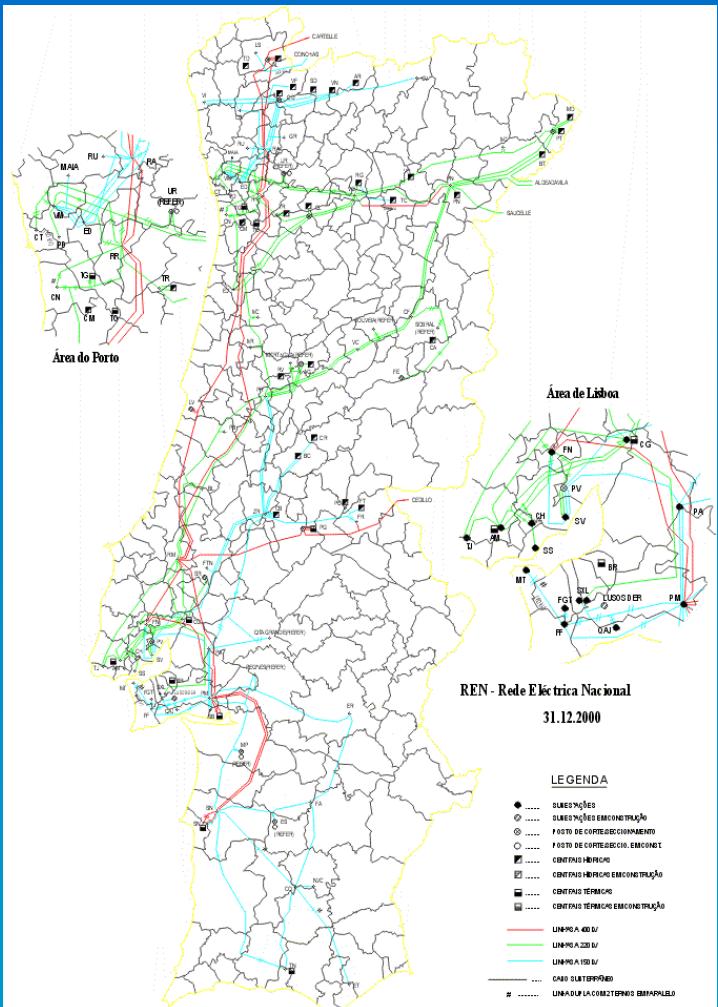


O SPARSE é um Sistema Baseado em Conhecimento desenvolvido para o Centro de Condução da Rede de Transporte Portuguesa, operada pela REN (Rede Eléctrica Nacional, S.A.) para apoiar os respectivos operadores em Utilizadores

SPARSE - Enquadramento



- Aquisição de informação da rede eléctrica
- Transmissão da informação para os Centros de Condução
- Apresentação da informação aos operadores
- Decisão e actuação





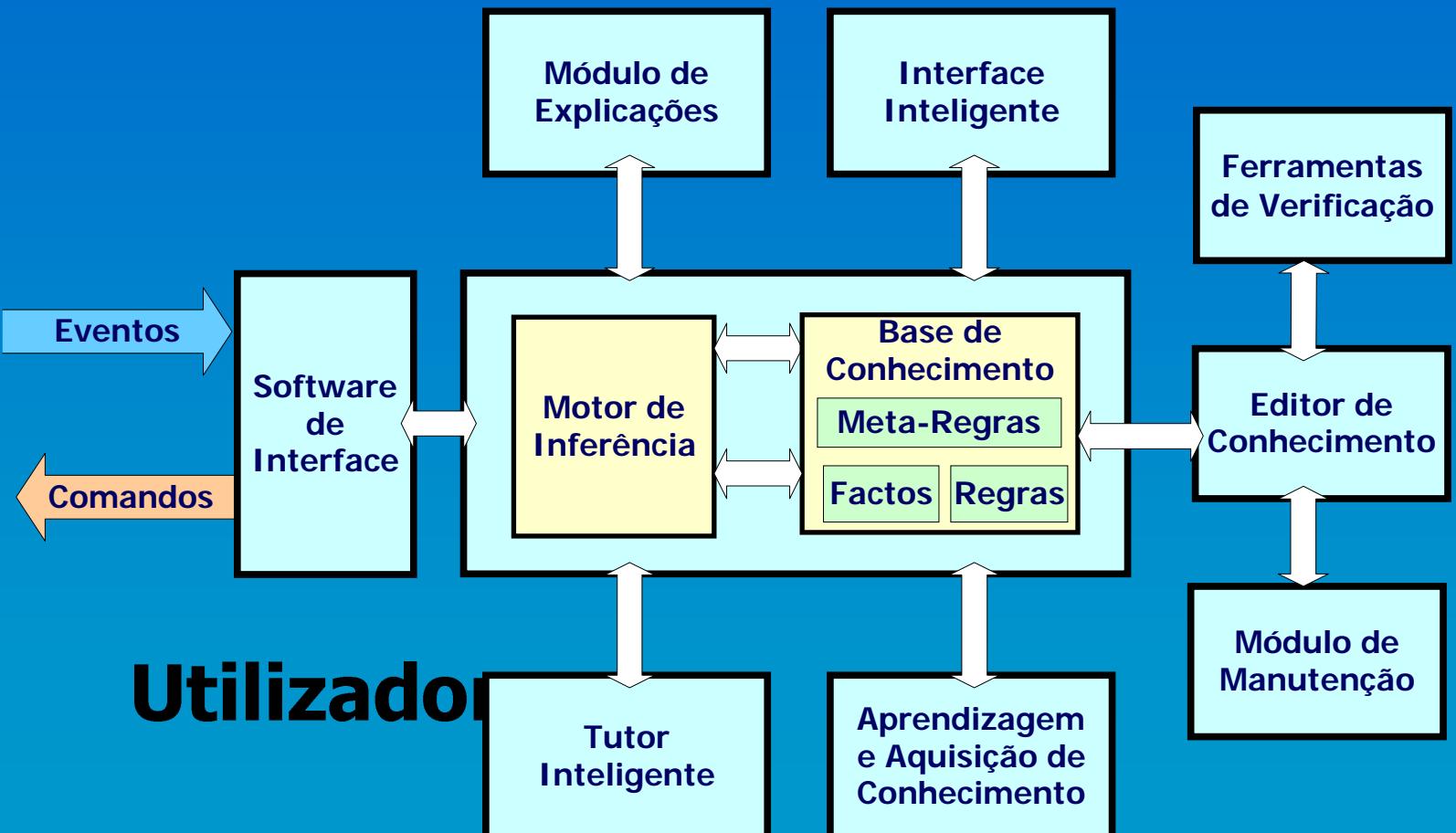
SPARSE - Objectivos

- Tratamento da informação em tempo real
- Assistência aos operadores
- Apoio à decisão
- Treino de operadores

Utilizadores



SPARSE - Arquitectura



Utilizado



SPARSE - Exemplo

01:58:45.178	SPM	127	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 1
01:58:45.218	SPM	127	F.ALENTEJO	>>>DISPARO	0 1
01:58:45.249	SOQ	106	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 1
01:58:45.264	SFA	106	PALMELA	OUTROS ALARMES	0 1
01:58:45.278	SPM	127	F.ALENTEJO	>>>DISPARO	0 0
01:58:45.278	SPM	127	F.ALENTEJO-DISJ	DISJUNTOR	0 0
01:58:45.279	SSN	104	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 1
01:58:45.284	SFA	106	PALMELA	ALARME URGENTE	0 1
01:58:45.284	SFA	104	SINES	OUTROS ALARMES	0 1
01:58:45.284	SFA	102	OURIQUE	OUTROS ALARMES	0 1
01:58:45.304	SFA	106	PALMELA	>>>DISPARO	0 1
01:58:45.324	SFA	106	PALMELA-DISJ	DISJUNTOR	0 0
01:58:45.378	SSN	104	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 0
01:58:45.378	SPM	127	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 0
01:58:45.384	SFA	106	PALMELA	>>>DISPARO	0 0
01:58:45.384	SFA	102	OURIQUE	OUTROS ALARMES	0 0
01:58:45.389	SOQ	106	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 0
01:58:46.178	SPM	127	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 1
01:58:46.198	SPM	127	F.ALENTEJO	OUTROS ALARMES	0 0
01:58:46.278	SPM	127	F.ALENTEJO-DISJ	DISJUNTOR	0 1
01:58:45.404	SFA	106	PALMELA	ALARME URGENTE	0 0
01:58:45.404	SFA	104	SINES	OUTROS ALARMES	0 0
01:58:45.530	SFA	106	PALMELA	OUTROS ALARMES	0 0
01:58:46.290	SFA	106	PALMELA	OUTROS ALARMES	0 1

Utilizadores



SPARSE - Exemplo (Cont.)

01:58:46.350	SFA	106	PALMELA-DISJ	DISJUNTOR	0 1
01:58:46.370	SFA	106	PALMELA-DISJ	DISJUNTOR	0 0
01:58:46.390	SFA	106	PALMELA-DISJ	DISJUNTOR	1 0
01:58:47.872	SFA	OPA	OP. AUTOMATICO	OPA EM SERV.	0 1
02:01:16.770	SFA	106	PALMELA-DISJ	DISJUNTOR	0 0
02:01:16.830	SFA	106	PALMELA-DISJ	DISJUNTOR	0 1
02:01:17.090	SFA	106	PALMELA	AL NAO URGENTE	0 1
02:01:17.090	SFA	106	PALMELA	AL. DISJUNTOR	0 1
02:01:17.092	SFA	OPA	OP. AUTOMATICO	OPA EM SERV.	0 0
02:01:41.430	SFA	106	PALMELA	AL NAO URGENTE	0 0
02:01:41.430	SFA	106	PALMELA	AL. DISJUNTOR	0 0

Utilizadores



SPARSE - Exemplo (cont.)

Conclusões e sugestões do SPARSE:

01:58:45.218

INÍCIO DE INCIDENTE

01:58:46.390

Linha SPM-SFA - DmR em SPM e DmD em SFA

01:58:46.390 SFA 106

>> Aguarde fecho pelo OPA (3 minutos)

02:01:16.830 SFA 106

Disjuntor fechado pelo OPA

02:01:16.830

FIM DE INCIDENTE

Utilizadores

DmR – Disparo monofásico com religação bem sucedida

DmD – Disparo monofásico com religação mal sucedida



Conclusões

- **Os Centros de Controlo e Condução (CC) assumem um papel muito relevante nos SEE actuais**
 - O processamento da informação nos CC está identificado como uma questão fundamental para o desempenho eficiente destes Centros
 - As aplicações informáticas tradicionais têm dificuldade em tratar este tipo de situações
 - Os operadores dos CC têm que tomar decisões de natureza essencialmente qualitativa para as quais a sua experiência é extraordinariamente importante
 - As técnicas baseadas em IA permitem o desenvolvimento de aplicações informáticas muito relevantes para o apoio aos operadores dos CC
 - Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC)
 - Sistemas Periciais (SP)



Conclusões

- **Algumas questões relativas ao desenvolvimento e utilização de SBC e SP em Centros de Controlo e Condução**
 - Necessidade de envolvimento da organização
 - Apoio ao nível da gestão
 - Especialistas que detêm o conhecimento
 - Utilizadores finais (operadores)
 - Manutenção do conhecimento
- **Recentes casos de problemas graves (apagões) em SEE**

Utilizadores

 - Necessidade de um melhor apoio à decisão no controlo e operação destes sistemas
 - Aplicações utilizando técnicas baseadas em IA

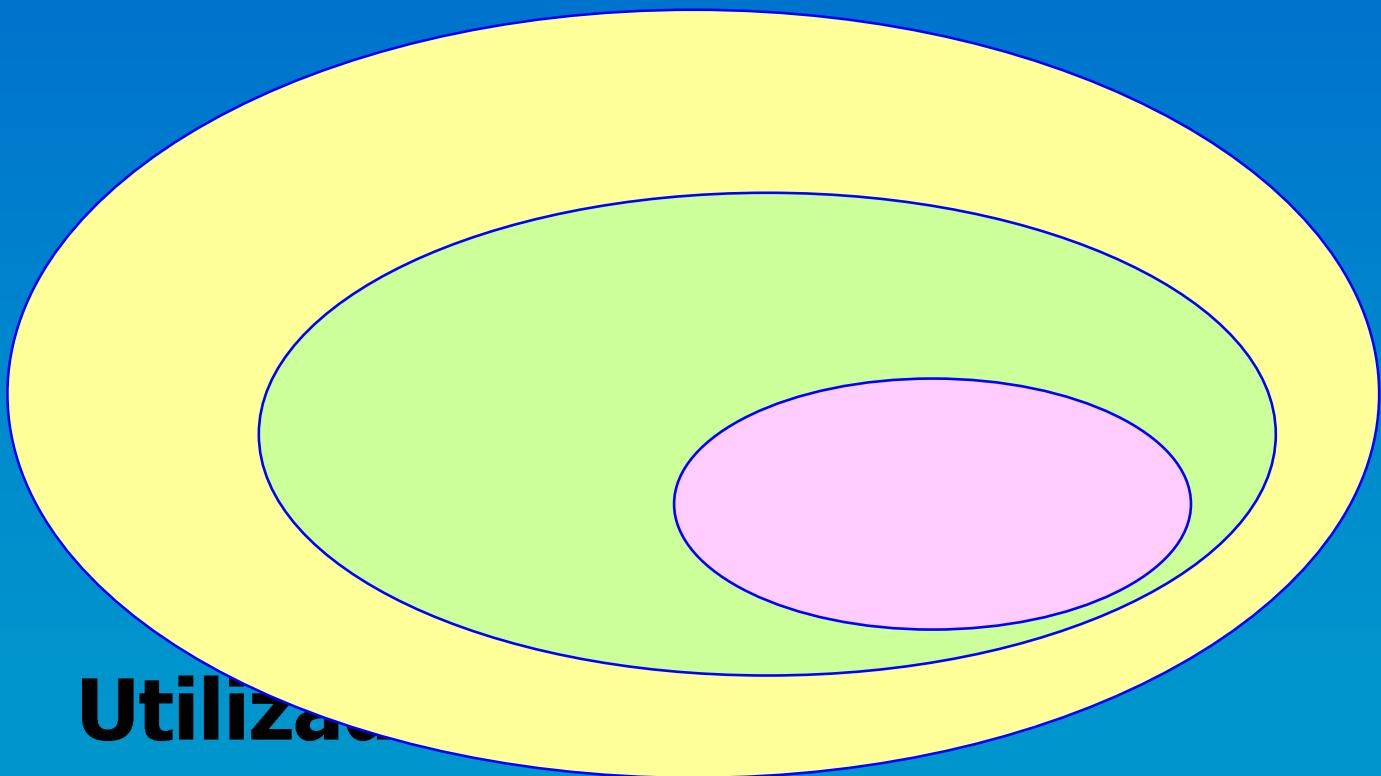


Centros de Controlo e Condução de Redes Eléctricas: Questões Relativas ao Tratamento da Informação

Utilizadores Zita Vale

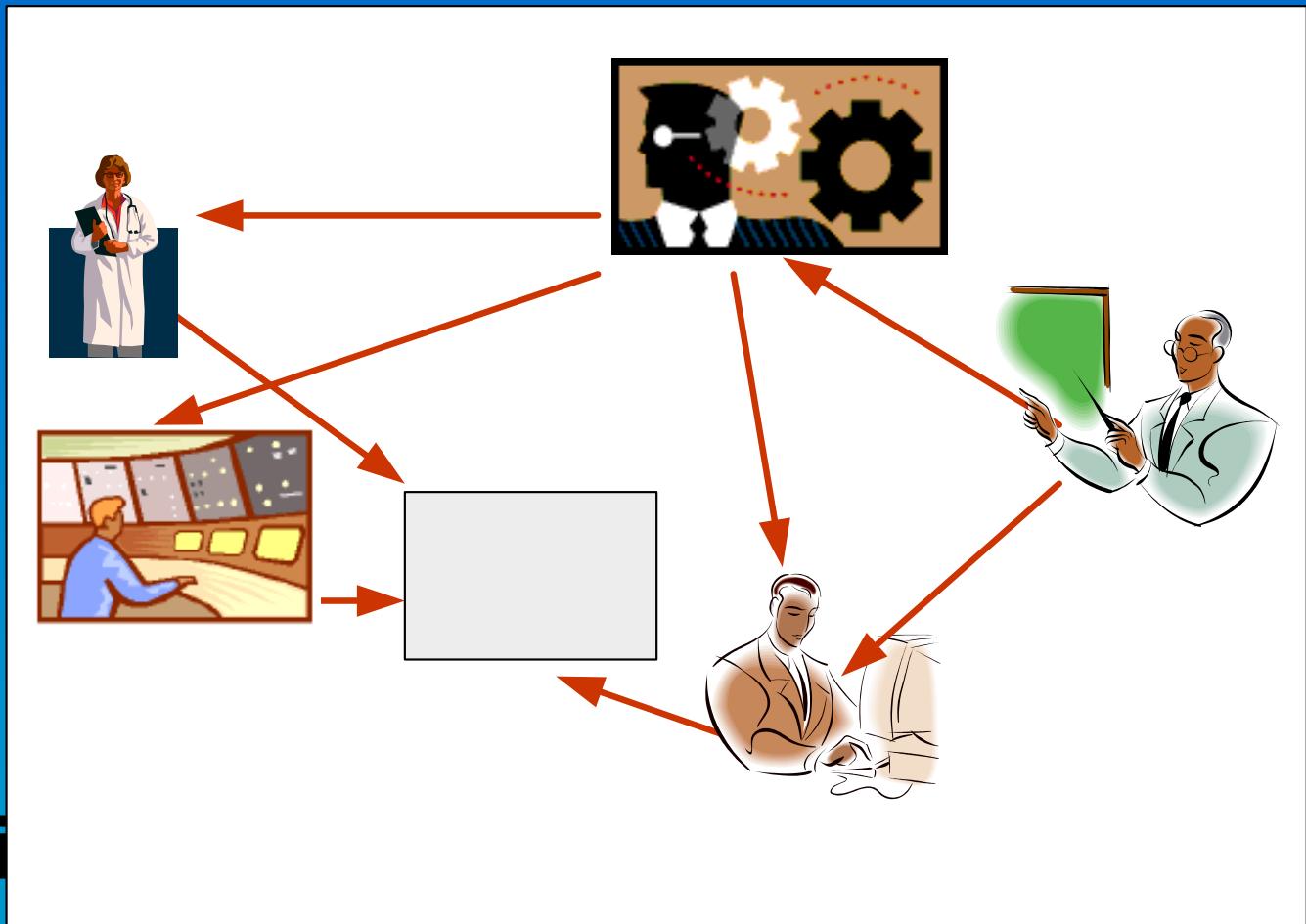


Sistemas Baseados em Conhecimento





Sistemas Periciais





Sistemas Periciais versus Programas Convencionais

Programas Convencionais	Sistemas Periciais
Numérico	Simbólico
Algorítmico	Heurístico
Informação e Controlo Integrados	Conhecimento separado do Controlo
Dificuldade em modificar	Facilidade de Modificação
Informação precisa	Informação Imprecisa
Comandos de Interface	Dialogo Natural com Explicações
Resultado Final fornecido	Recomendações com Explicações
Procura Soluções Óptimas	Soluções Aceitáveis





Redes Neuronais

- Inspiradas no cérebro humano que consiste num enorme número de neurónios com elevada inter-conectividade
- São constituídas por uma série de nós (neurónios) interligados (através de conexões com pesos numéricos) dispostos em níveis

**Uma rede neuronal é uma “máquina”
de processamento paralelo e distribuído
composta por unidades de cálculo simples,
com uma capacidade inata
de guardar e utilizar conhecimento experimental**



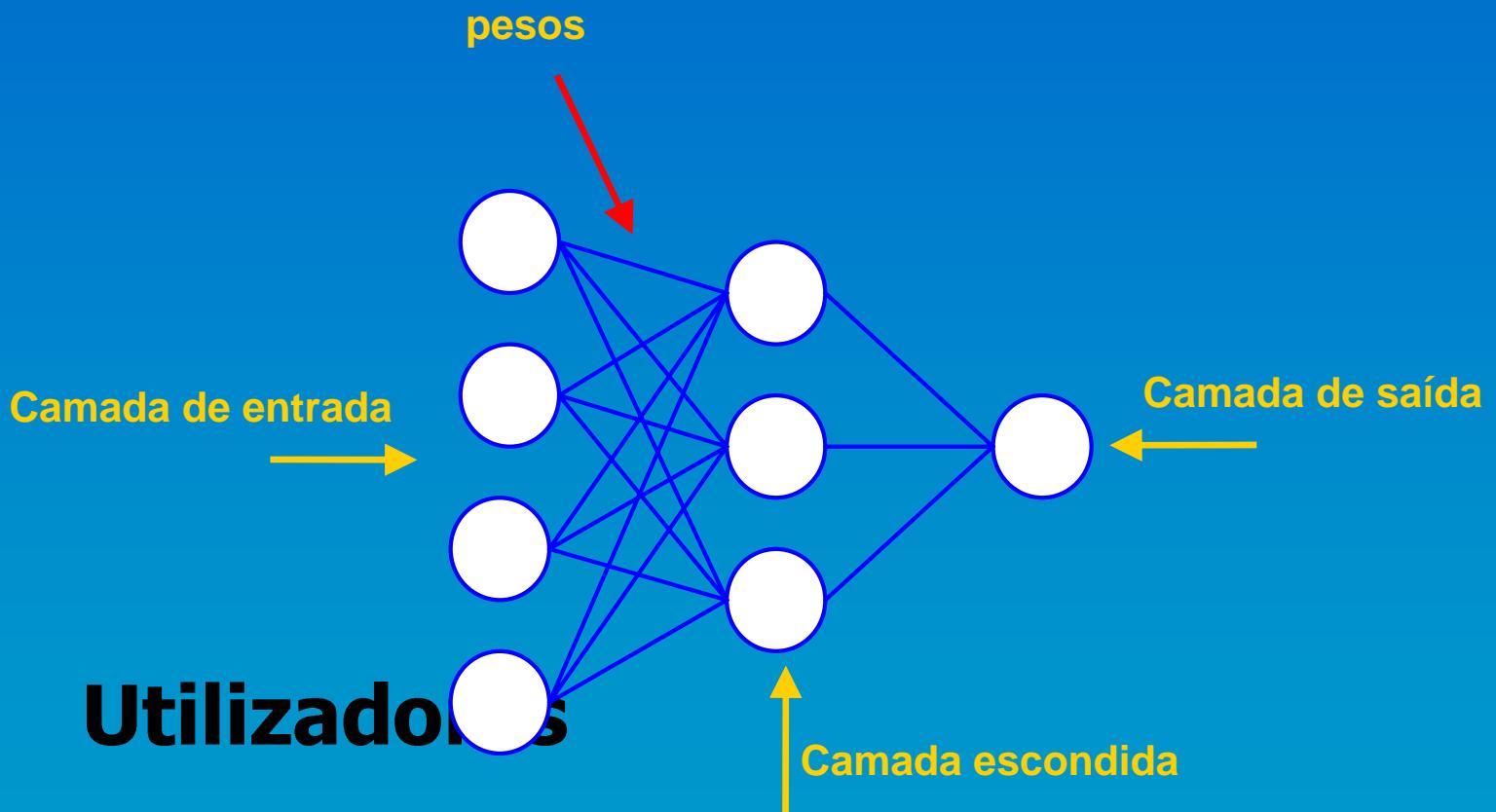
Redes Neuronais

As redes neurais assemelham-se ao cérebro humano em dois pontos principais:

- o conhecimento é adquirido pela rede a partir do ambiente envolvente através de um processo de aprendizagem
- Os pesos sinápticos associados às interligações entre os neurónios são estabelecidos no processo de aprendizagem

Utilizadores

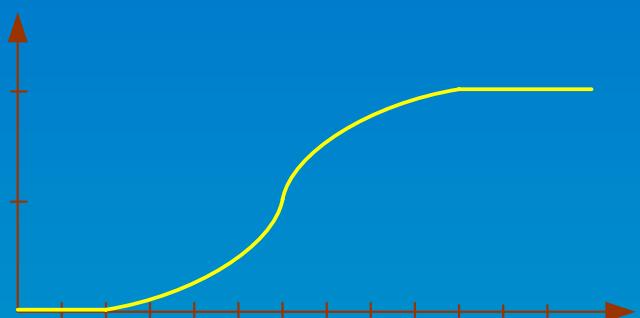
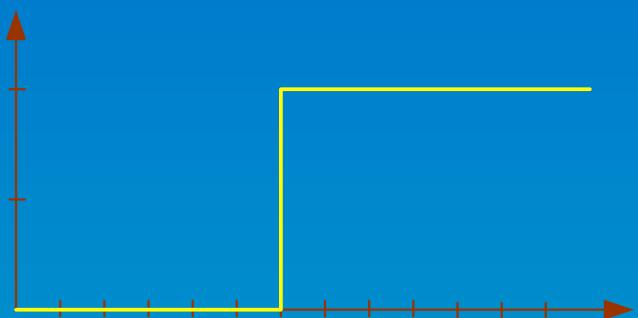
Redes Neuronais



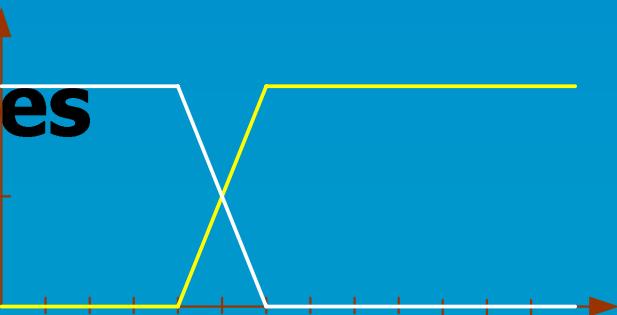


Lógica Difusa

Existem domínios de aplicação nos quais a incerteza é parte inerente do problema devido a dados ausentes ou imprecisos e/ou a relações causa-efeito não determinísticas



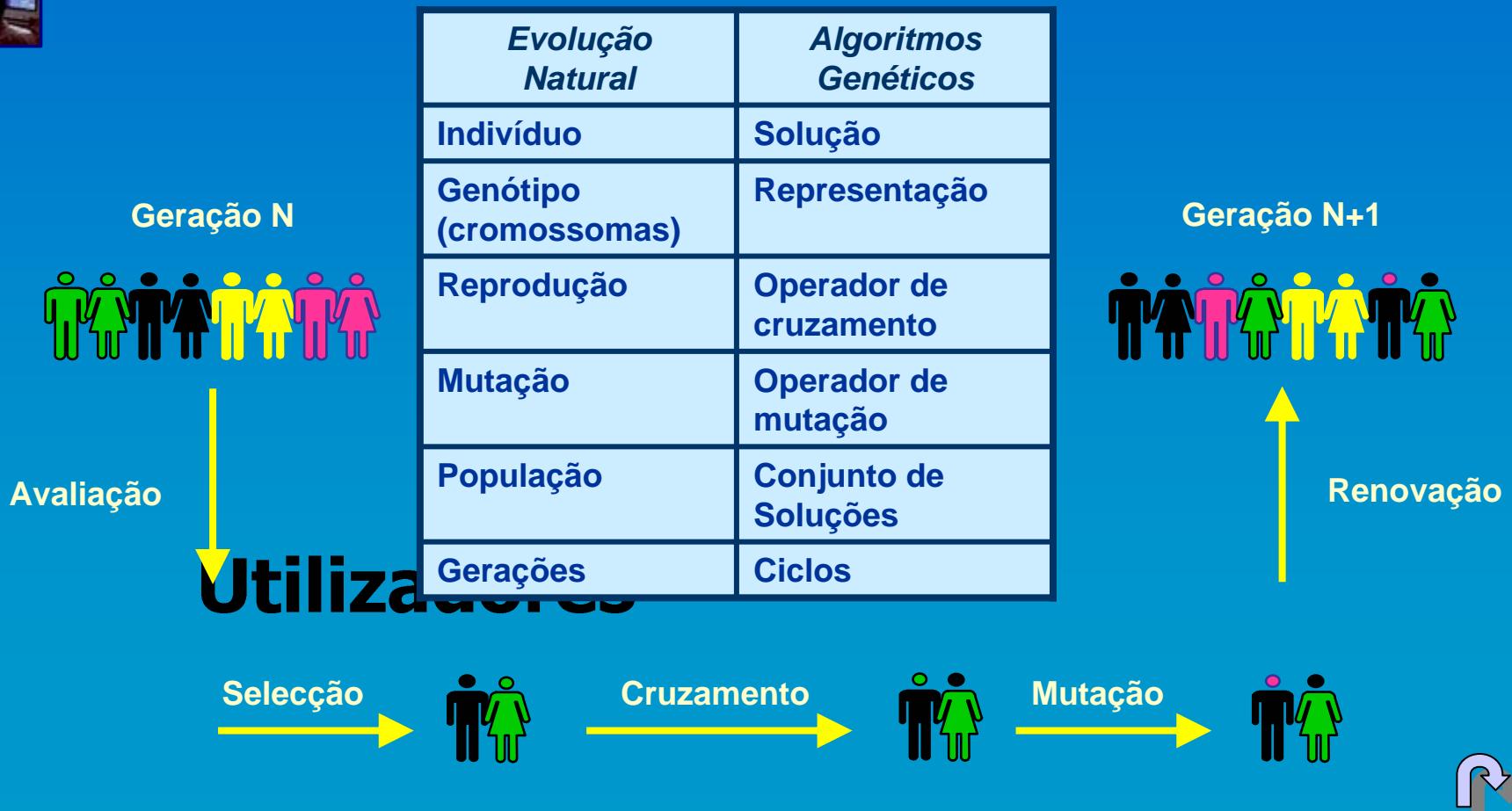
Utilizadores





Algoritmos Genéticos

Aspectos da evolução natural podem ser incorporados em algoritmos que permitem a resolução automática de problemas



A origem dos Agentes Inteligentes e dos Sistemas Multi-Agente



- Origem: Inteligência Artificial Distribuída - IAD (início dos anos 80), como resultado da junção da IA com a Computação Distribuída
- a IAD tem como objectivo a resolução de problemas para situações nas quais um único resolvedor de problemas, uma única máquina ou uma única localização computacional não parecem apropriados [Davis-1980]

Utilizadores



Uma definição de Agentes

- **(Wooldridge-Jennings) – os agentes são sistemas baseados em hardware ou software que têm as seguintes propriedades [Wooldridge-1995]:**
 - autonomia
 - operar sem intervenção directa de humanos e controlar as suas próprias acções
 - capacidade social
 - interagir com outros agentes, ou humanos, através de uma ACL – “agent communication language”
 - reacção
 - os agentes têm percepção sobre o ambiente, físico ou não, e respondem atempadamente às alterações que ocorrem
 - pró-acção
 - também são capazes de exibir comportamentos guiados por objectivos, tomam a iniciativa

Utilizadores



Propriedades dos Agentes

Propriedade	Significado
Capacidade Sensorial	Dispõe de sensores para captar informação
Reactividade	Sente e age, responde ao longo do tempo às mudanças no ambiente
Autonomia	Decide e controla as suas próprias acções
Pró-actividade	Orienta-se por objectivos, não age apenas para responder ao ambiente
Persistência	Existe ao longo do tempo
Capacidade social	Comunica, coopera, argumenta e negoceia com outros agentes e talvez com pessoas
Aprendizagem	Muda o seu comportamento com base na experiência anterior
Mobilidade	Capacidade de se movimentar de uma máquina para outra
Carácter	Personalidade credível e comportamento emocional





Factos

Consideremos a seguinte mensagem:

23-OCT-2002 16:24:32:041 SRA SGER Serv. Gerais Tipo de Operação Manual

- **data (23-OCT-2002)**
- **hora (16:24:32:041)**
- **instalação (SRA) de onde veio a informação**
- **código (SGER) do painel que originou a mensagem**
- **nome (Serv. Gerais) do painel que originou a mensagem**
- **evento (mudança no Tipo de Operação)**
- **estado (Manual)**

Utilizadores

facto(696,mensagem('23-OCT-2002','16:24:32:041',
['SRA','SGER'],['SERV GERAIS'],
'OPERACAO','MANUAL')),t(25547072,040)).



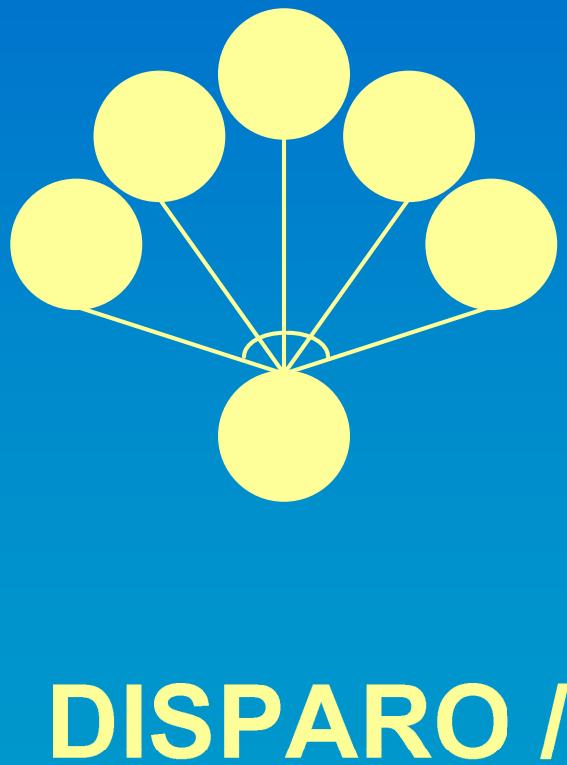
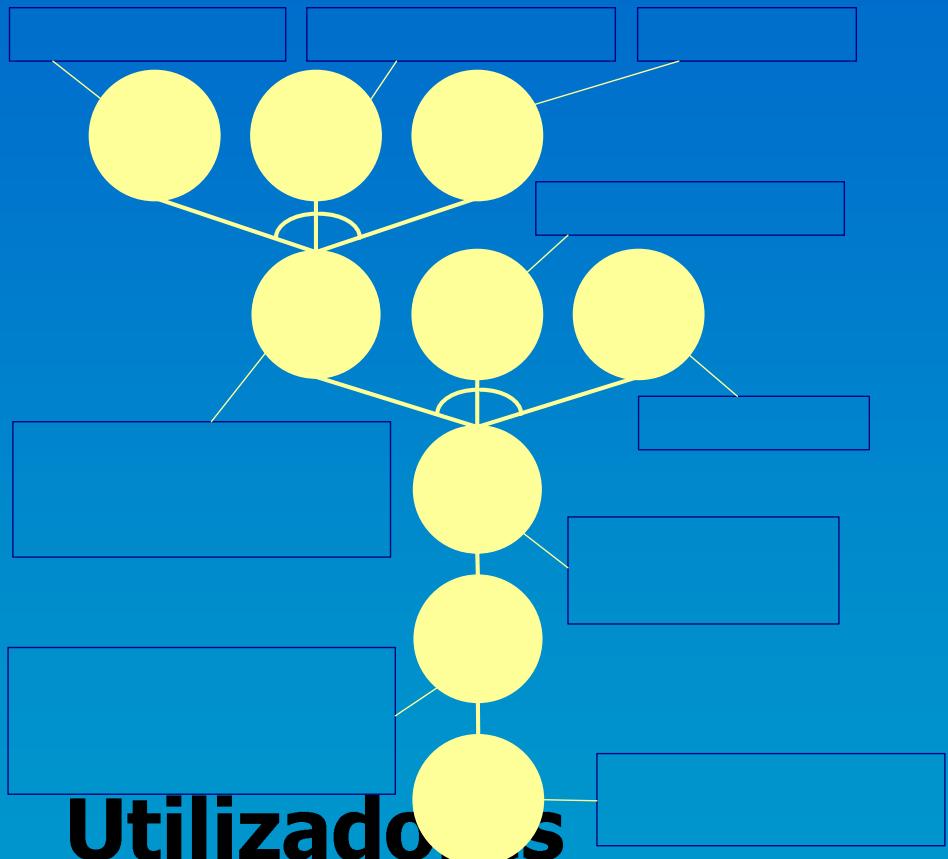
Base de Conhecimento

- Componentes e topologia da rede
- Mensagens de alarme
- Transmissão da informação
- Análise de incidentes

UtiRepósição em serviço



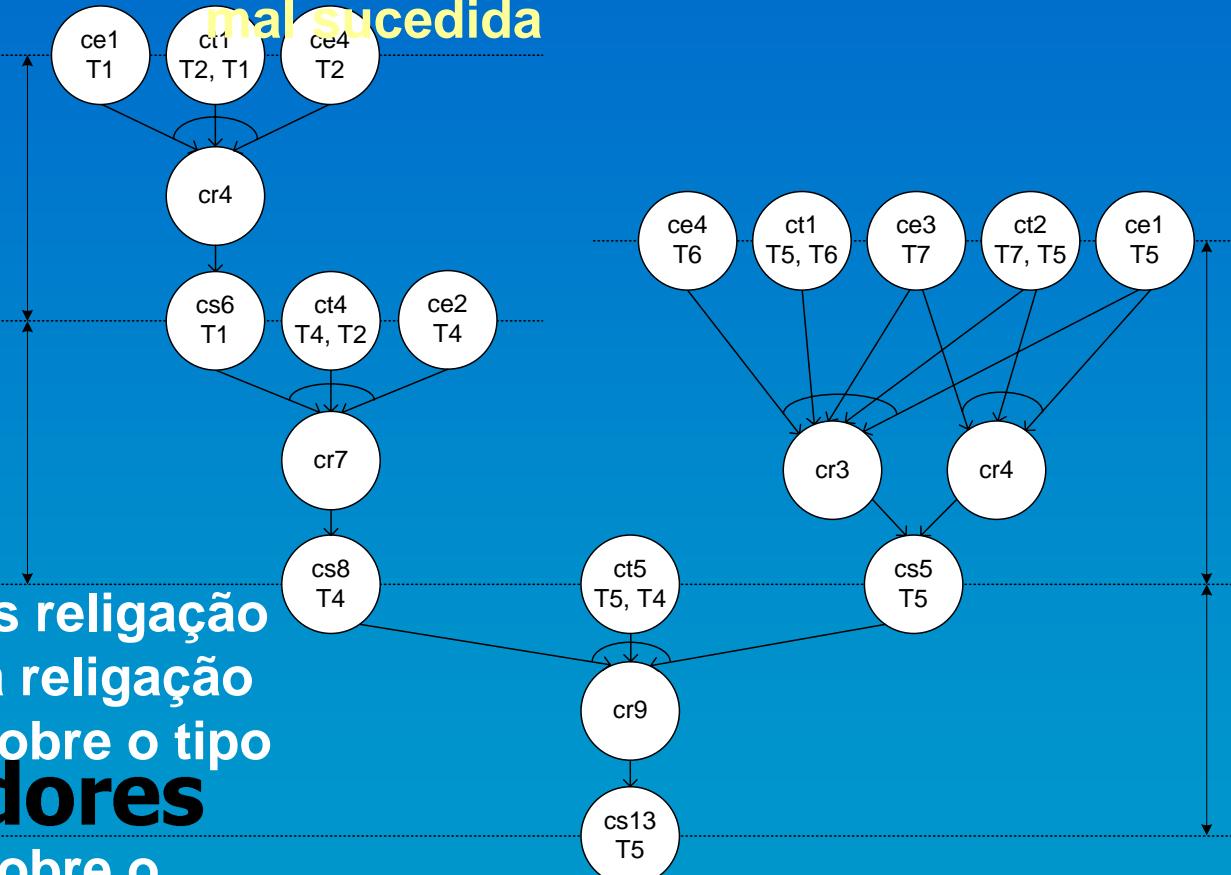
Granularidade da Representação





Fases da Análise de Incidentes

Disparo monofásico com religação mal sucedida



- Fase 1 – disparo
- Fase 2 – religação
- Fase 3 – disparo após religação
- Fase 4 – resultado da religação
- Fase 5 – conclusão sobre o tipo de disparo
- Fase 6 – conclusão sobre o número de extremos de linha envolvidos no incidente

Utilizadores





Motor de Inferência

- Inferência com encadeamento directo com base em eventos
- Raciocínio temporal
 - compreensão dos acontecimentos
 - robustez a faltas de cronologia e erros de datação
- Raciocínio não-monótono
- Persistência (funcionamento ininterrupto)



Base de Regras

regra d3:

'Disparo Trifásico':

SE

estado(disjuntor,fechado)

e

msg(disparo) at T1

e

msg(disjuntor,aberto) at T2

e

condicao_temporal_mod(T2,T1,<,30)

ENTAO

disparo_trifasico at T2

regra r1:

SE

[[condicao A]

ou

[condicao B

e

condicao C]]

ENTAO

[..., conclusao_X, ...].

regra d5:

'Religacao Trifásica Bem Sucedida':

SE

disparo_trifasico at T1

e

msg(disjuntor,fechado) at T2

e

condicao_temporal(T2,T1,=<,10)

ENTAO

religacao_trifasica at T2





SPARSE - Operação do Sistema

SPARSE

Modo de funcionamento Detalhe de visualizacão Utilizador

Início Sair

Tutor Explic.

SPARSE-REN

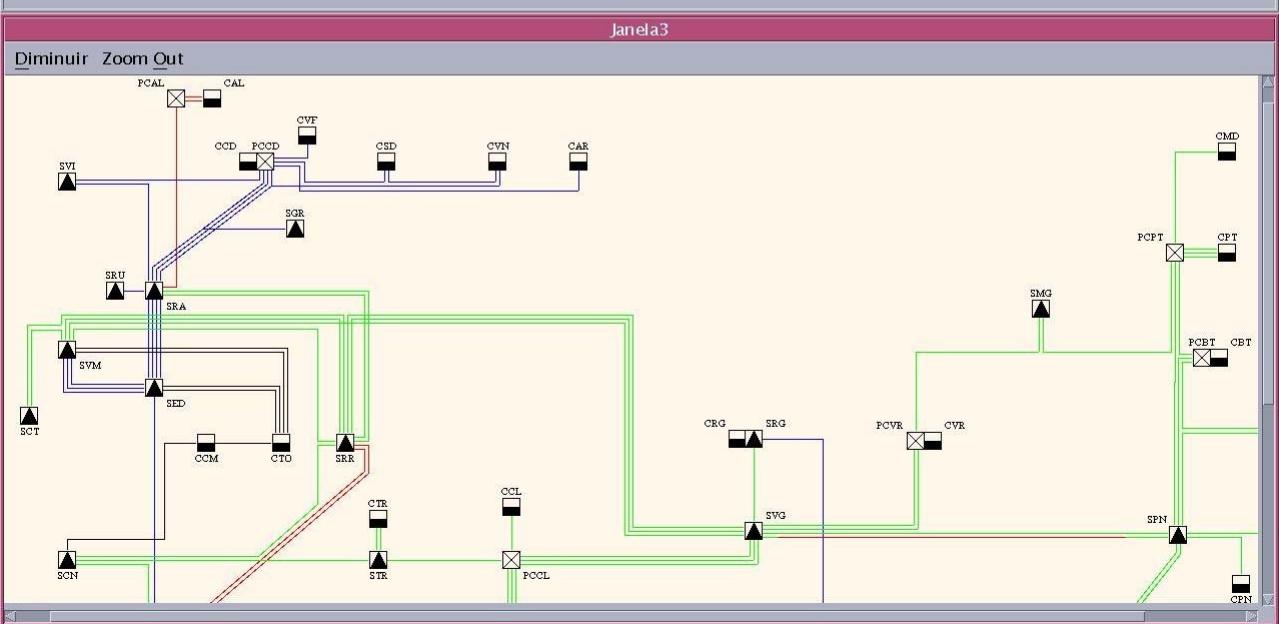
Conclusões

```
25.JAN.2001 02:24:30.294 >> INCIDENTE EM CURSO
25.JAN.2001 02:24:30.294 SCN 622 linha SCN - V.N.GAIA 0 aberta por DS em SCN
25.JAN.2001 02:24:30.294 SCN 622 >> Aguarde reposiciao pelo OPA
25.JAN.2001 02:25:00.027 SCN 622 disjuntor fechado pelo opa
25.JAN.2001 02:25:00.027 >> FIM DE INCIDENTE
25.JAN.2001 02:30:20.410 >> INCIDENTE EM CURSO
25.JAN.2001 02:30:20.410 SRR 216 linha SRR - CN3/TG 0 aberta por DS em SRR
25.JAN.2001 02:30:20.410 SRR 216 >> Deve efectuar a reposicao
25.JAN.2001 02:30:20.968 SED 633 linha SED - STO 1 aberta por DS em SED
25.JAN.2001 02:30:20.968 SED 633 >> Aguarde reposiciao pelo OPA
25.JAN.2001 02:30:21.373 SRR 216 disjuntor fechado pelo opa
25.JAN.2001 02:30:43.203 SED 633 disjuntor fechado pelo opa
```

Ultima conclusao
25.JAN.2001 21:53:55.326 linha SSB - SPM 3 DmR nos dois extremos

Janela3

Diminuir Zoom Out



Utili





SPARSE - Manutenção do Conhecimento

Editor de Regras - VERITAS

Arquivo Regra Verificar Pesquisar

Identificadores

Regra: d1 : 'DISPARO TRIFASICO COM DISJUNTOR EM MOVIMENTO'

Conjuncão 1 de 1

Nega Premissa Msg Tempo

<input type="checkbox"/> mensagem(Data1,Hora1,[Inst1,Painel1,[Inst2,NL]],'>>>DISPARO','01')	<input checked="" type="checkbox"/> T1
<input type="checkbox"/> disj(_,_Inst1,Painel1,_,_fechado)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mensagem(Data2,Hora2,[Inst1,Painel1,[Inst2,NL,DISJ]],'DISJUNTOR','1')	<input checked="" type="checkbox"/> T2
<input type="checkbox"/> condicao(mod_df_tempos_menor_ou_igual(T2,T1,30))	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mensagem(Data3,Hora3,[Inst1,Painel1,[Inst2,NL,DISJ]],'DISJUNTOR','0')	<input checked="" type="checkbox"/> T3
<input type="checkbox"/> condicao(mod_df_tempos_menor_ou_igual(T1,T3,30))	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Condições \ Conclusões \ Comentários \

Eliminar Criar Anterior Próxima

d1

i1
i2
i3
i4
i5
d1
d2
d3
d4
d5
d6
d7
d8
d9
d10
d21
d22
j1
j2
j3
j3_1





Meta-regras

O Metaconhecimento pode definir-se como conhecimento acerca do próprio conhecimento que se detém

É importante para:

- guiar a selecção, localização e uso de regras
 - aumentar a eficiência
- facilitar a introdução de novo conhecimento

meta_regra(mensagemA,[(r1,50,60),(r2,55,70),(r3,60,80)]).

- selecção das regras a disparar
- atrasos/tolerância na transmissão da informação





SPARSE - Explicações

SAIDA

Regra	Conclui-se que:
Regra	<ul style="list-style-type: none"> o sistema conclui que o DISJUNTOR de SVM 145 se encontra ABERTO as 11:47:41.608 (21-JAN-2003) o DISJUNTOR de SVM 145 encontra-se FECHADO por RELIGACAO RAPIDA TRIFASICA as 11:47:42. 8 (21-JAN-2003) o DISJUNTOR de SVM 145, da linha SVM-SED 1 foi RELIGADO por RELIGACAO RAPIDA TRIFASICA as 11:47:42. 8 (21-JAN-2003)
SCADA	Devido à Regra:
SCADA	Regra: DISPARO TRIFASICO COM RELIGACAO
SCADA	E aos seguintes Factos:
SCADA	<ul style="list-style-type: none"> houve um DISPARO em SVM 145, na linha SVM-SED 1 as 11:47:41.308 (21-JAN-2003) o DISJUNTOR de SVM 145, na linha SVM-SED 1 ABRIU as 11:47:41.608 (21-JAN-2003) a diferença entre a ABERTURA e o DISPARO foi MENOR ou IGUAL a 30° o DISJUNTOR de SVM 145, na linha SVM-SED 1 FECHOU as 11:47:42. 8 (21-JAN-2003) a diferença entre o FECHO e a ABERTURA foi MENOR ou IGUAL a 50°





SPARSE - Tutor Inteligente

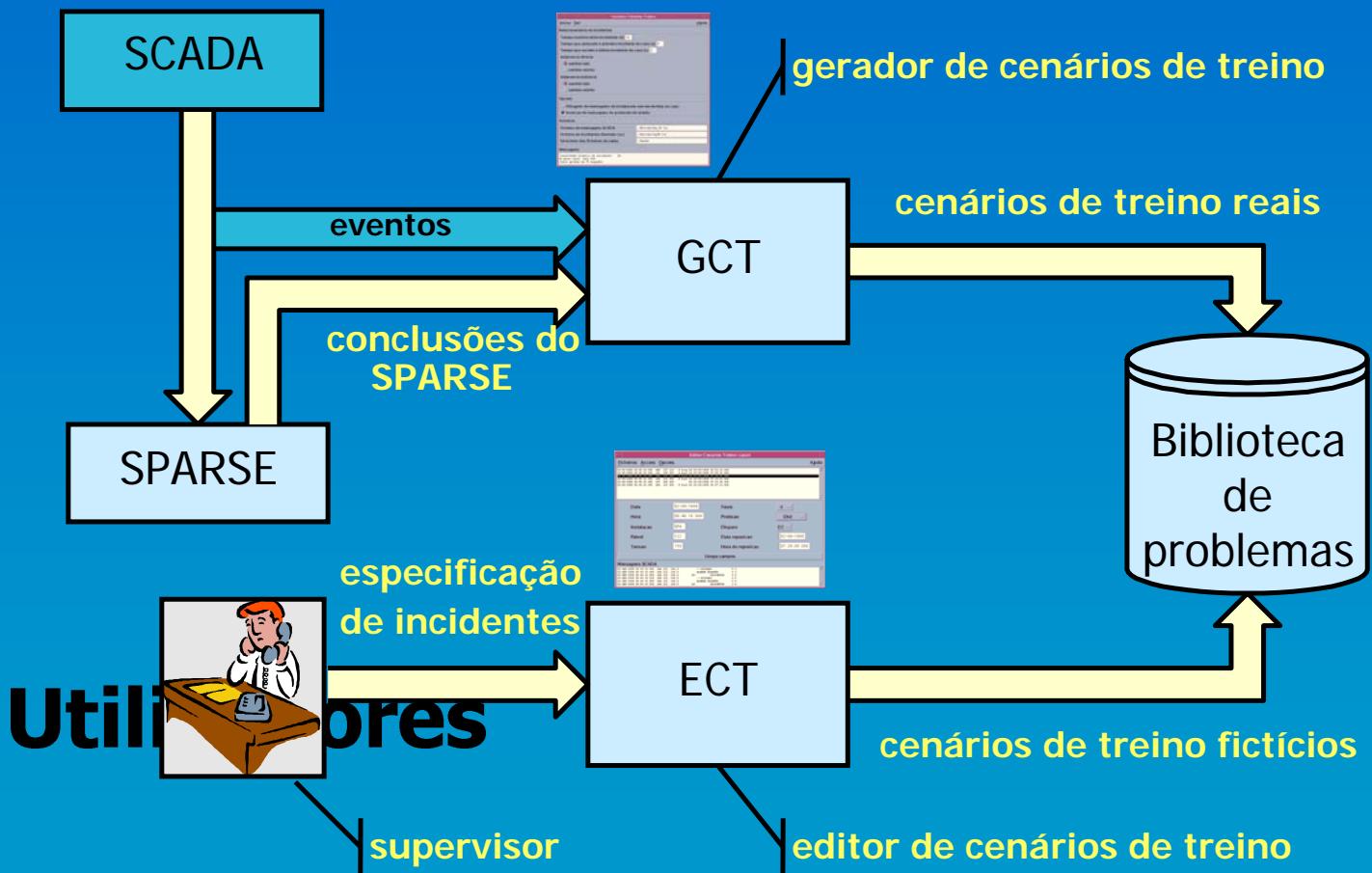
- **Treino da análise de incidentes e diagnóstico de avarias**
 - Geração de cenários
 - Planeamento da instrução
- **Treino da Reposição do Serviço**
 - O(s) operador(es) em treino interage(m) com um Sistema multi-agente
 - Agentes representando operadores
 - Em conjunto com os agentes tentam resolver o problema da reposição do serviço

Utilizadores

- Modelação dos operadores
 - Diferentes níveis de competência
 - Comportamento emocional
- Planos de reposição do serviço



SPARSE - Tutor Inteligente

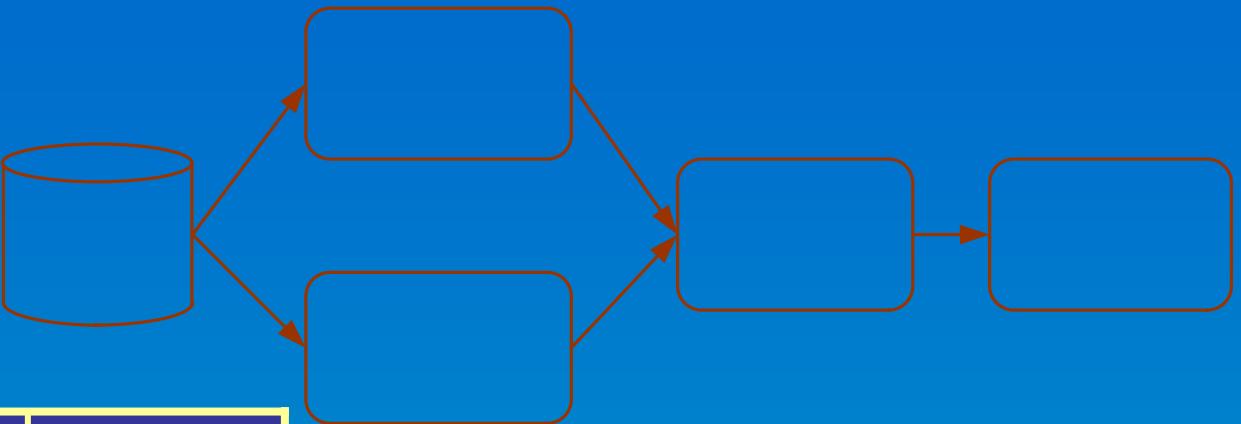


Utilizadores



SPARSE - Tutor Inteligente

Selecção de Problemas



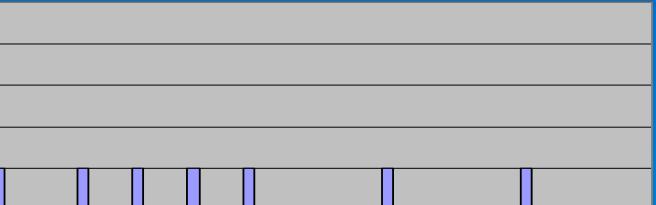
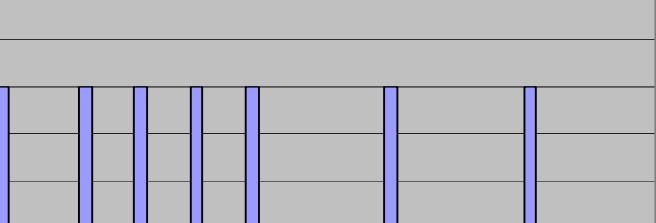
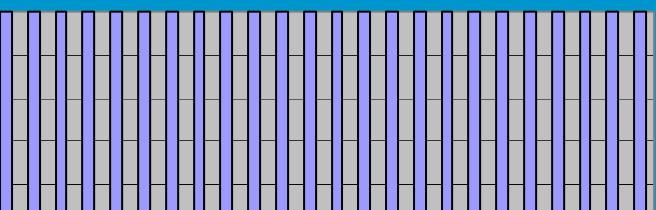
Nível de Conhecimento Global	Nível de Aquisição Global	Variação do Nível de Dificuldade
Elevado	Elevado	↑
Médio	Elevado	=
Baixo	Elevado	=
Elevado	Médio	↑
Médio	Médio	=
Baixo	Médio	↓
Elevado	Baixo	=
Médio	Baixo	=
Baixo	Baixo	↓

Nível de Dificuldade	Parâmetros do Problema		
	Nº de Incidentes	Nº de tipos de Incidentes	Inversão Cronológica
1	1	1	Não
2	2 ou 3	2	Não
3	1	1	Sim
4	> 3	> 2	Não
5	2 ou 3	2	Sim
6	> 3	> 2	Sim

SPARSE - Tutor Inteligente

Evolução do Nível de Conhecimento



Tipos de Incidentes	Evolução do Conhecimento
DS	
DS, DS, DS	
DS, DS, DS, DtR	
Utilizadores DS, DS, DS, DtR, DtR, DmR, DmR, DmR, DtD, DtD, DmR, DtD, DmD, DmD, DmD, DmD, DmD, DtR, DtR, DmR, DtR, DS, DS, DtD, DtD	



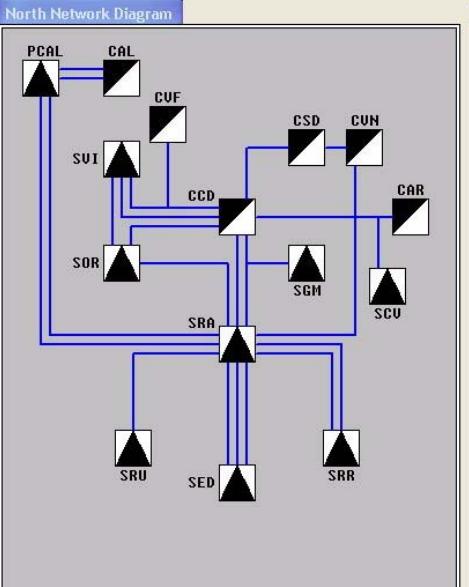
SPARSE - Tutor Inteligente Reposição do Serviço

REN network Diagram

Call COREN CCREN EDIS Disconnect Que papel quer desempenhar? COREN CCREN Que incidente quer estudar? Falha 150kV em Ribadave OK Run Script

Host : 8mon4jkst5441vb Port : 4000 Target : interface URL : default://8mon4jkst5441vb:4000/interface Full Name : interface036A650B@default://8mon4jkst5441 Data File : 036A650B.dat

North Network Diagram



SOR Installation Diagram

Oleiros

