

INSTALAÇÕES AT E MT

Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Arquitetura da Solução

Especificação funcional

Elaboração: GM, MC, EMC-HV, ECAT

Homologação: Aprovado pelo Administrador do pelouro em 13-03-2026

Edição: 2ª. Substitui a edição de JUL 2020

Acesso: **X** Livre

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

ÍNDICE	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO	3
3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
4 SIGLAS E ACRÓNIMOS	3
5 ESTRUTURA DOCUMENTAL DE SUPORTE AOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO COMANDO E CONTROLO (SPCC)	5
6 ARQUITETURA DE COMUNICAÇÕES	5
6.1 Nível 0 – Processo.....	6
6.2 Nível 1 – Painel.....	6
6.3 Nível 2 – Gestão Local.....	10
6.4 Nomenclatura das redes de comunicação.....	11
6.5 Sistema de sincronização horária.....	11
7 PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO PARA REDES LOCAIS	13
7.1 Introdução.....	13
7.2 Requisitos gerais do sistema de comunicação.....	13

1 INTRODUÇÃO

O presente documento é novo e foi criado para descrever a arquitetura atual do SPCC.

As principais alterações introduzidas pela Edição 2 são:

-
- Alteração do R9 com novo mapeamento do endereçamento IP a aplicar aos vários equipamentos/serviços da solução SPCC.
- Atualização da figura do R15 para melhor concordância com as instalações atuais.
- Atualização do R6 de modo que seja contemplado os casos com duas celas de interligação entre QMMT diferentes

2 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento destina-se a definir a arquitetura e características do SPCC para instalações AT e AT/MT da E-REDES.

3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições do(s) seguinte(s) documento(s) EDP:

- DEF-C13-507: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Firewall Industrial. Especificação funcional.
- DEF-C13-570: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Funções de Proteção. Especificação funcional.
- DFT-C98-601: Automação, Proteção, Comando, Controlo e Comunicações. Rede Local de Comunicações em Subestações e Postos de Corte AT. Fichas Técnicas.
- DMA-C13-501: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo Numérico (SPCC). Hardware. Características e ensaios.
- DRE-C13-512: Instalações AT e MT. Circuitos BT. Regras de execução.

4 SIGLAS E ACRÓNIMOS

No presente documento são usadas as seguintes siglas e acrónimos:

Sigla	Definição
AT	Alta tensão
BAT	Barras AT
BCMT	Bateria de condensadores MT
CC	Alimentação em corrente contínua
DEF	Documento normativo de especificação funcional de materiais e aparelhos da E-REDES
DMA	Documento normativo de características e ensaios de materiais e aparelhos da E-REDES
DMZ	<i>Demilitarized zone</i>
GPS	<i>Global positioning system</i>
IBAT	Interbarras AT
IBMT	Interbarras MT
IED	<i>Intelligent electronic device</i> (Dispositivo Eletrónico Inteligente)
IP	<i>Internet Protocol</i>
LAT	Linha AT
LMT	Linha MT

MT	Média tensão
PCL	Posto de comando local
RCL	Rede de comunicação local
RN	Reatância de neutro
RSTP	<i>Rapid Spanning Tree Protocol</i>
SAUX	Serviços auxiliares
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SMQEE	Sistema de monitorização de qualidade de energia elétrica
SPCC	Sistema de Proteção, Comando e Controlo
TPAT	Transformador potência lado AT
TPMT	Transformador potência lado MT
TSA	Transformador de serviços auxiliares
UC	Unidade central

5 ESTRUTURA DOCUMENTAL DE SUPORTE AOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO COMANDO E CONTROLO (SPCC)

Os documentos de suporte aos SISTEMAS DE PROTEÇÃO COMANDO E CONTROLO (SPCC) são:

- D00-C13-570: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC). Dispositivos Eletrônicos Inteligentes (IED). Entradas e Saídas Externas. Generalidades.
- DEF-C13-501: Instalações AT e MT: Condições específicas e modos de funcionamento. Especificação funcional.
- DEF-C13-503: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Interface Humano-Máquina (IHM). Especificação funcional.
- DEF-C13-504: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Protocolos de comunicação. Especificação funcional.
- DEF-C13-505: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Registo e tratamento de ocorrências. Especificação funcional.
- DEF-C13-506: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Arquitetura da Solução. Especificação funcional.
- DEF-C13-507: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC). Firewall Industrial. Especificação funcional.
- DEF-C13-508: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Cibersegurança. Especificação funcional.
- DEF-C13-550: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Função de Automatismo: “comutação automática de disjuntores BT”. Especificação funcional.
- DEF-C13-551: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Função de Automatismo: “religação rápida e/ou lenta de disjuntores”. Especificação funcional.
- DEF-C13-553: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Função de automatismo: “deslastre por falta de tensão/reposição por regresso de tensão”. Especificação funcional.
- DEF-C13-554: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Função de automatismo: “deslastre por mínimo de frequência / reposição por normalização de frequência”. Especificação funcional.
- DEF-C13-555: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Função de Automatismo: “regulação de tensão”. Especificação funcional.
- DEF-C13-556: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Função de Automatismo: “comando horário de baterias de condensadores”. Especificação funcional.
- DEF-C13-570: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC). Funções de Proteção. Especificação funcional.
- DIT-C10-001: Instalações Elétricas: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC). Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). Normalização de descritivos e atributos das bases de dados do SPCC e SCADA. Instalações tipo.
- DMA-C13-501: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção, Comando e Controlo (SPCC). Hardware. Características e ensaios.
- DPE-C13-502: Instalações AT e MT: Sistemas de Proteção Comando e Controlo (SPCC). Ensaios funcionais FAT e SAT. Protocolo de ensaios.

6 ARQUITETURA DE COMUNICAÇÕES

O Sistema de Proteção Comando e Controlo (SPCC) deve ser composto por três níveis distintos. Na Figura 1 encontra-se a arquitetura a utilizar numa instalação AT ou AT/MT da E-REDES.

No nível 3 encontram-se o Centro de Comando (SCADA) e o Centro de Supervisão (Tele-engenharia) da E-REDES, sendo de que este nível não faz parte do SPCC.

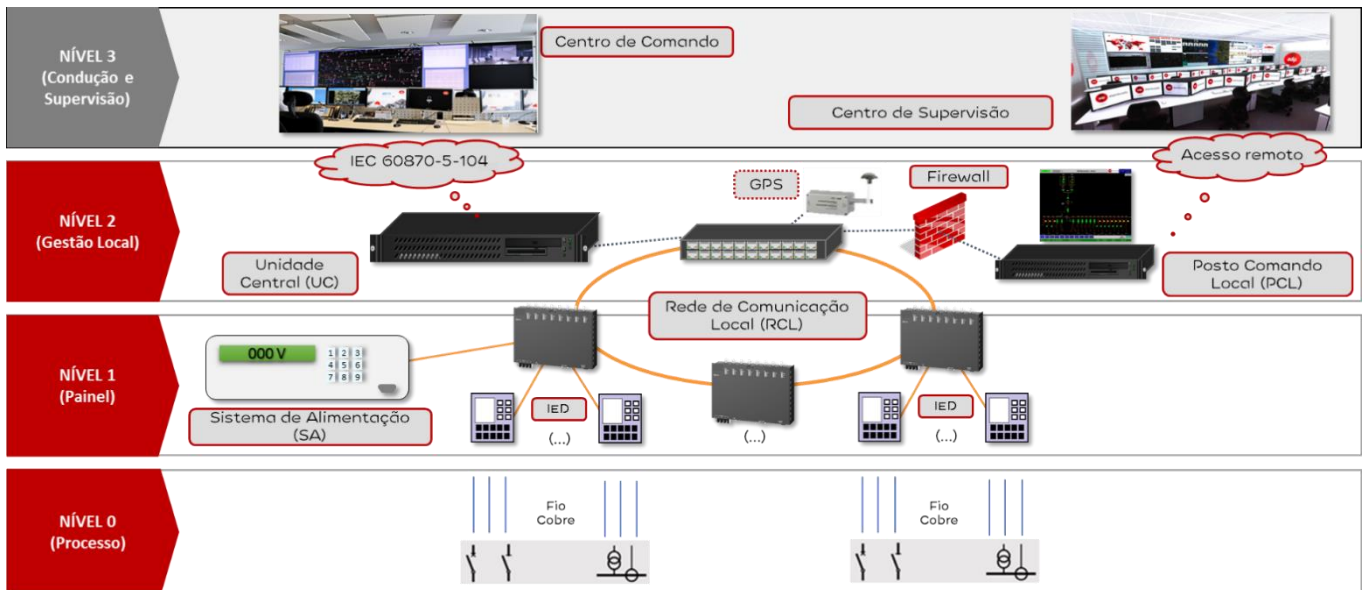


Figura 1 – Arquitetura do SPCC de uma subestação AT/MT.

6.1 Nível 0 – Processo

No nível 0, estão os equipamentos do processo no parque exterior de aparelhagem e/ou no quadro metálico de Média Tensão. Os equipamentos do processo (tais como: disjuntores, seccionadores, comutadores de tomada, TI, TT, etc.), trocam informação com os equipamentos que se encontram dentro do edifício de comando.

Requisito	Descrição
R 1	Ligação ao equipamento primário A interligação com o processo (equipamento de potência e sensores) deve ser realizada de acordo com os esquemas de princípio da instalação e tendo em consideração do DRE-C13-512.
R 2	Relé de interface entre IED e Disjuntor Devem ser utilizados relés de interface entre as saídas digitais dos IED (de acordo com o indicado em D00-C13-570) e os disjuntores, tal como definido no DMA-C13-501. Os relés devem ser utilizados tanto no circuito de abertura, como no circuito de fecho do disjuntor.

6.2 Nível 1 – Painel

No nível 1, é onde podemos encontrar os IED, a unidade de serviços auxiliares e os *switchs* secundários da rede local.

Requisito	Descrição
R 3	Rede de Comunicações Local Rede de comunicações que interliga os equipamentos do nível 1 entre si e com os equipamentos do nível 2.

Requisito	Descrição
<p>R 4</p>	<p>Equipamento de proteção e comando andar AT para configuração projeto tipo LAT</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção (multifunções) — IED2 -> Unidade de proteção (com proteção diferencial e de distância) — Unidade de proteção Diferencial de Barramento - “slave” <p>IBAT / BAT</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção — Unidade de proteção Diferencial de Barramento - “slave” — Unidade de proteção Diferencial de Barramento - “master” <p>TPAT</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção (multifunções) — IED2 -> Unidade de proteção (diferencial TP + 2 enrolamentos) — IED3 -> Unidade de regulação automática de tensão — IED4 -> Unidade de comando e proteção da reatância (Apenas nos casos de existência de reatância em biberão) — Unidade de proteção Diferencial de Barramento - “slave” <p><i>Nota 1: Para cada instalação apenas existirá o painel BAT ou o painel IBAT.</i></p> <p><i>Nota 2: A instalação do sistema de proteção Diferencial de Barramento AT é definida caso a caso.</i></p>
<p>R 5</p>	<p>Equipamento de proteção e comando andar AT para configuração painel Linha + Transformador AT</p> <p>LAT+TPAT</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção — IED2 -> Unidade de proteção (com proteção diferencial e de distância) — IED2.A -> Unidade de proteção diferencial de transformador — IED3 -> Unidade de regulação automática de tensão — IED4 -> Unidade de comando e proteção da reatância (Apenas nos casos de existência de reatância em biberão) — Unidade de teledisparo (Apenas usada quando não existe disjuntor de linha AT na própria subestação)
<p>R 6</p>	<p>Equipamento de proteção e comando andar MT</p> <p>TPMT</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção <p>IBMT</p>

Requisito	Descrição												
	<ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção ou — 1 IED1 por cada cela de interligação entre QMMT – 2 IEDs no total <p>LMT</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção <p>TSA+RN</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção <p>BCMT</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando e proteção 												
<p>R 7</p>	<p>Equipamento Auxiliar</p> <p>SAUX</p> <ul style="list-style-type: none"> — IED1 -> Unidade de comando (liga diretamente ao <i>switch</i> principal) <p>RCL</p> <ul style="list-style-type: none"> — <i>Switch</i> principal (faz parte do nível 2) — <i>Switchs</i> secundários 												
<p>R 8</p>	<p>IED2 Proteção Linha AT</p> <p>O IED designado por IED2 do painel de linha AT, deve possuir a função de proteção diferencial de linha e proteção de distância de acordo com o DEF-C13-570.</p> <p>A proteção principal de linha AT é a proteção diferencial de linha, mas no caso de a subestação na outra extremidade não possuir uma unidade com função diferencial de linha, o IED2 deverá operar como proteção de distância. A situação mantém-se até que seja montada uma unidade na outra extremidade com essa função, sendo nessa altura ativada a função de proteção diferencial.</p>												
<p>R 9</p>	<p>Gamas de IP a serem utilizadas na rede local de comunicações</p> <p>O endereço IP de cada equipamento ligado à rede local de comunicações deve obedecer à seguinte tabela:</p> <table border="1" data-bbox="466 1760 1390 2063"> <thead> <tr> <th data-bbox="466 1760 959 1827">Equipamento</th> <th data-bbox="959 1760 1390 1827">Gama de IP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="466 1827 959 1877">Unidade central</td> <td data-bbox="959 1827 1390 1877">x . x . x . 1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="466 1877 959 1926">Posto de comando local</td> <td data-bbox="959 1877 1390 1926">x . x . x . 2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="466 1926 959 1975">GPS</td> <td data-bbox="959 1926 1390 1975">x . x . x . 3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="466 1975 959 2024">Reserva</td> <td data-bbox="959 1975 1390 2024">x . x . x . 4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="466 2024 959 2063">Sistema de alimentação CC*</td> <td data-bbox="959 2024 1390 2063">x . x . x . 5</td> </tr> </tbody> </table>	Equipamento	Gama de IP	Unidade central	x . x . x . 1	Posto de comando local	x . x . x . 2	GPS	x . x . x . 3	Reserva	x . x . x . 4	Sistema de alimentação CC*	x . x . x . 5
Equipamento	Gama de IP												
Unidade central	x . x . x . 1												
Posto de comando local	x . x . x . 2												
GPS	x . x . x . 3												
Reserva	x . x . x . 4												
Sistema de alimentação CC*	x . x . x . 5												

Requisito	Descrição																				
	<table border="1" data-bbox="467 309 1390 792"> <tr> <td>Firewall</td> <td>x . x . x . 6</td> </tr> <tr> <td>DMZ acesso local</td> <td>x . x . x . 50 a x . x . x . 59</td> </tr> <tr> <td>Unidades de SAUX (SACA, SACC)</td> <td>x . x . x . 10 até x . x . x . 19</td> </tr> <tr> <td>Switch principal (armário PCL)</td> <td>x . x . x . 20</td> </tr> <tr> <td>Switchs secundários</td> <td>x . x . x . 21 até x . x . x . 49</td> </tr> <tr> <td>SMQEE (reserva)*</td> <td>x . x . x . 60</td> </tr> <tr> <td>Telecontagem (reserva)*</td> <td>x . x . x . 70</td> </tr> <tr> <td>Televigilância (reserva)*</td> <td>x . x . x . 80</td> </tr> <tr> <td>IED dos painéis MT **</td> <td>x . x . x . 101 até x . x . x . 199</td> </tr> <tr> <td>IED dos painéis AT ***</td> <td>x . x . x . 201 até x . x . x . 254</td> </tr> </table> <p data-bbox="359 846 1501 1120"> <i>Notas: * Os equipamentos assinalados com não fazem parte do SPCC; ** usando preferencialmente o número do painel acrescentado de 100. Exemplo: x103 para o PN LMT P203; *** usando preferencialmente o número do painel acrescentado de 200. Exemplo: x203 para o PN LAT P503. O Dígito intermédio deverá identificar o IED: IED 1-0, IED2-1, IED3-2... exemplo para o IED1 do P501, seria o IPs P201 e IED2 e P211</i> </p>	Firewall	x . x . x . 6	DMZ acesso local	x . x . x . 50 a x . x . x . 59	Unidades de SAUX (SACA, SACC)	x . x . x . 10 até x . x . x . 19	Switch principal (armário PCL)	x . x . x . 20	Switchs secundários	x . x . x . 21 até x . x . x . 49	SMQEE (reserva)*	x . x . x . 60	Telecontagem (reserva)*	x . x . x . 70	Televigilância (reserva)*	x . x . x . 80	IED dos painéis MT **	x . x . x . 101 até x . x . x . 199	IED dos painéis AT ***	x . x . x . 201 até x . x . x . 254
Firewall	x . x . x . 6																				
DMZ acesso local	x . x . x . 50 a x . x . x . 59																				
Unidades de SAUX (SACA, SACC)	x . x . x . 10 até x . x . x . 19																				
Switch principal (armário PCL)	x . x . x . 20																				
Switchs secundários	x . x . x . 21 até x . x . x . 49																				
SMQEE (reserva)*	x . x . x . 60																				
Telecontagem (reserva)*	x . x . x . 70																				
Televigilância (reserva)*	x . x . x . 80																				
IED dos painéis MT **	x . x . x . 101 até x . x . x . 199																				
IED dos painéis AT ***	x . x . x . 201 até x . x . x . 254																				
<p>R 10</p>	<p>Ligação dos IEDs à rede de comunicação local</p> <p>Os <i>patch-cords</i> e terminais de ligação dos IED aos <i>switchs</i> da rede local, devem obedecer ao definido no DMA-C13-501 e DFT-C98-601.</p>																				
<p>R 11</p>	<p>Protocolo rede local</p> <p>De modo a garantir redundância de ligação, todos os <i>switch</i> da rede local de comunicação devem estar ligados entre si através de fibra ótica em anel e utilizar o protocolo RSTP (<i>Rapid Spanning Tree Protocol</i>).</p>																				

6.3 Nível 2 – Gestão Local

No nível de gestão local, encontra-se o *switch* principal da rede local, a unidade central, o posto de comando local e a *firewall* entre o PCL e o *switch* principal da RCL. Nos casos em que a sincronização seja efetuada através de GPS local, este equipamento liga ao *switch* principal.

A UC tem uma ligação *ethernet* ao *switch* principal da RCL e outra ao Centro de Comando. Já o PCL, para além da ligação à *firewall* que por sua vez liga ao *switch* principal da RCL, tem uma ligação ao Centro de Supervisão para tele-engenharia.

Requisito	Descrição
R 12	<p>Constituição</p> <p>O nível 2 integra os seguintes equipamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Unidade Central — Monitor — Teclado + Rato — Posto de Comando Local — <i>Firewall</i> — <i>Switch</i> principal da rede local de comunicações — GPS local (nos casos previstos).
R 13	<p>Firewall</p> <p>Para cumprir com requisitos de cibersegurança, deverá ser utilizada uma <i>firewall</i> na ligação do PCL com o <i>switch</i> da rede local.</p> <p>Este equipamento deve cumprir o definido no documento DEF-C13-507 relativo à <i>firewall</i>.</p>
R 14	<p>Unidade Central</p> <p>A Unidade Central deve ser responsável pela comunicação com o Centro de Comando (CC) e deverá comunicar com todos os IED através dos protocolos de comunicação indicados no DEF-C13-504/N.</p> <p>A base de dados da UC deve ser atualizada com informação proveniente dos IED e comandos provenientes do PCL e CC. Através de um módulo de automação integrado, poderá ser possível a implementação de funções de controlo e automatismo devendo para este efeito serem utilizados blocos de funções ou linguagem estruturada.</p>
R 15	<p>Disposição do equipamento</p> <p>Deve ser realizada de acordo com a Figura 2 e cada equipamento deve ter um disjuntor próprio de proteção da alimentação. O armário deve também cumprir com os requisitos definidos no DMA-C13-501.</p> <p>Deve ser adotada a aplicação de disjuntores com contacto auxiliar por fonte de alimentação de cada equipamento presente no A905, salvaguardando a seletividade com os disjuntores presentes no A902. As sinalizações dos contactos auxiliares destes disjuntores terminarão no IED do A902 (SACC) de forma não agrupada.</p>

O sistema de sincronização horária destina-se a garantir a mesma datação nos equipamentos constituintes do SPCC.

Deve ser utilizado o sistema de sincronização, definido no DMA-C13-501, onde a fonte de sincronismo é o servidor horário que se encontra no *datacenter*.

O sistema de sincronização horária do SPCC, deverá utilizar a ligação da rede Core para efetuar a sincronização horária com a fonte de sincronismo oficial localizada no *datacenter*.

Localmente existirão duas fontes de sincronismo horário, uma primária e outra secundária de forma a garantir redundância. A fonte primária é a UC, que por um lado é sincronizada pela fonte de sincronismo oficial através da rede Core, por outro lado difunde o sinal de sincronismo pela rede local do posto de corte.

Caso a UC falhe, o *switch* principal será a fonte de sincronismo horário para a instalação.

Caso a sincronização com o *datacenter* não esteja disponível numa instalação em específico, utilizar-se-á a sincronização horária através de protocolo IEC 60870-5-104.

Alternativamente, e apenas em casos onde estas opções não sejam viáveis, poder-se-á utilizar o sistema de sincronização horária por GPS local.

7 PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO PARA REDES LOCAIS

7.1 Introdução

Os protocolos de comunicações a utilizar na rede local de comunicações (RLC) dos SPCC deverão seguir uma solução caracterizada por uma alta fiabilidade e *performance* na transmissão de dados, garantindo uma grande flexibilidade na implementação de futuros *upgrades* do SPCC.

Os protocolos de comunicações devem ser normalizados, desde o nível físico até ao nível de aplicação, e a sua escolha deve ser feita tendo em consideração a arquitetura física do SPCC e os tempos mínimos exigidos no relacionamento interfuncional dos sistemas. O protocolo de comunicações deve ainda ser resiliente a falhas na rede em que ocorra reconfiguração do anel em caso de falha de fibra ou equipamento.

7.2 Requisitos gerais do sistema de comunicação

Requisito	Descrição
R 17	<p>Performance</p> <p>A performance poderá variar de acordo com a distribuição das funções pelos vários níveis do SPCC, mas terá sempre de ser adequada à natureza crítica dos dados a transmitir e aos tempos de resposta a atingir.</p> <p>Deverá também ser garantida uma elevada consistência temporal, necessária para satisfazer:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Cronologia correta; — Operações cíclicas; — Sincronização de ações; — Operações multitarefas; — Controlo sequencial; — Imagem correta da evolução do processo.
R 18	<p>Requisitos da consistência temporal</p> <p>Para obtenção desta consistência temporal será necessário:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Sincronização por <i>broadcast</i> e/ou GPS (<i>Global Position System</i>) ou por protocolo de comunicações; — Minimização do tempo de aquisição de dados; — Otimização do tempo de resposta; — Elevada capacidade de gestão temporal; — Uniformidade do tempo de resposta em toda a rede; — Eliminação de paragens e retransmissões intermédias; — Minimização das mensagens de <i>overhead</i>.
R 19	<p>Tempos máximos admitidos para as funções críticas</p> <p>O dimensionamento do SPCC deverá ter em consideração os tempos de propagação da informação na RLC, por forma a garantir tempos máximos de atuação para as funções críticas do sistema.</p>

Requisito	Descrição																					
	<p>Na tabela seguinte são indicados, para as funções críticas do SPCC, os tempos máximos admitidos, desde a ocorrência de um evento no processo físico até à atuação na bobina de disparo dos disjuntores ou à inibição de ordens, no caso de encravamentos, considerando as situações mais desfavoráveis.</p> <table border="1" data-bbox="391 526 1468 1747"> <thead> <tr> <th data-bbox="391 526 614 571">Função</th> <th data-bbox="614 526 1085 571">Painéis afetados</th> <th data-bbox="1085 526 1468 571">Tempos máximos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="391 571 614 761">Deslastre de Frequência</td> <td data-bbox="614 571 1085 761">LMT BCMT</td> <td data-bbox="1085 571 1468 761">50 ms (Tempo máximo decorrente entre a ocorrência do mínimo de frequência e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 761 614 907">REE</td> <td data-bbox="614 761 1085 907">LMT</td> <td data-bbox="1085 761 1468 907">50 ms (Tempo máximo decorrente entre a atuação do DTR e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 907 614 1153">Arco interno</td> <td data-bbox="614 907 1085 1153">TPAT TPMT LMT BCMT TSA+RN IBMT</td> <td data-bbox="1085 907 1468 1153">50 ms (Tempo máximo decorrente entre o aparecimento da informação do defeito de arco interno e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores e respetivo encravamento)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1153 614 1377">Lógica de encravamentos</td> <td data-bbox="614 1153 1085 1377">Todos os painéis</td> <td data-bbox="1085 1153 1468 1377">50 ms (Tempo máximo decorrente entre o aparecimento da informação a alteração do estado e inibição de Ordens de Abertura/Fecho sobre o equipamento)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1377 614 1556">Falha de Disjuntor</td> <td data-bbox="614 1377 1085 1556">Todos os painéis</td> <td data-bbox="1085 1377 1468 1556">Painéis AT 150 ms Painéis MT 250 ms (Tempo máximo entre detecção de falha de disjuntor e envio das ordens de Disparo de Disjuntores)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1556 614 1747">Deslastre de Tensão MT</td> <td data-bbox="614 1556 1085 1747">LMT BCMT</td> <td data-bbox="1085 1556 1468 1747">200 ms (Tempo máximo decorrente entre a ocorrência do mínimo de tensão e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)</td> </tr> </tbody> </table>	Função	Painéis afetados	Tempos máximos	Deslastre de Frequência	LMT BCMT	50 ms (Tempo máximo decorrente entre a ocorrência do mínimo de frequência e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)	REE	LMT	50 ms (Tempo máximo decorrente entre a atuação do DTR e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)	Arco interno	TPAT TPMT LMT BCMT TSA+RN IBMT	50 ms (Tempo máximo decorrente entre o aparecimento da informação do defeito de arco interno e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores e respetivo encravamento)	Lógica de encravamentos	Todos os painéis	50 ms (Tempo máximo decorrente entre o aparecimento da informação a alteração do estado e inibição de Ordens de Abertura/Fecho sobre o equipamento)	Falha de Disjuntor	Todos os painéis	Painéis AT 150 ms Painéis MT 250 ms (Tempo máximo entre detecção de falha de disjuntor e envio das ordens de Disparo de Disjuntores)	Deslastre de Tensão MT	LMT BCMT	200 ms (Tempo máximo decorrente entre a ocorrência do mínimo de tensão e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)
Função	Painéis afetados	Tempos máximos																				
Deslastre de Frequência	LMT BCMT	50 ms (Tempo máximo decorrente entre a ocorrência do mínimo de frequência e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)																				
REE	LMT	50 ms (Tempo máximo decorrente entre a atuação do DTR e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)																				
Arco interno	TPAT TPMT LMT BCMT TSA+RN IBMT	50 ms (Tempo máximo decorrente entre o aparecimento da informação do defeito de arco interno e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores e respetivo encravamento)																				
Lógica de encravamentos	Todos os painéis	50 ms (Tempo máximo decorrente entre o aparecimento da informação a alteração do estado e inibição de Ordens de Abertura/Fecho sobre o equipamento)																				
Falha de Disjuntor	Todos os painéis	Painéis AT 150 ms Painéis MT 250 ms (Tempo máximo entre detecção de falha de disjuntor e envio das ordens de Disparo de Disjuntores)																				
Deslastre de Tensão MT	LMT BCMT	200 ms (Tempo máximo decorrente entre a ocorrência do mínimo de tensão e a execução de Ordens de Disparo aos Disjuntores)																				
<p>R 20</p>	<p>Segurança</p> <p>A segurança deverá ser garantida a vários níveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> — A rede deve ter alta fiabilidade e ser tolerante a falhas, devendo possuir redundância n-1 às fibras óticas de ligação dos <i>switch</i> de RCL; — Qualquer falha de fibra-ótica de ligação dos <i>switch</i> deverá provocar a reconfiguração automática da rede sem quebra dos serviços e cumprindo os tempos definidos no R17; 																					

Requisito	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> — Em caso de falha de fibra ótica da ligação dos <i>switch</i> da RCL, deve ser gerado alarme de acordo com o RXX (ver sugestão de requisito de alarmes); — A falha de fibra ótica nos IED, não deve gerar reconfiguração de rede, nem falha de serviço para além do próprio IED em causa; — Detecção de sinais de erro na camada física; — Mecanismos de segurança que evitem a perda de informação em situação de conflito; — Modo de operação em anel, com reconfiguração automática em caso de falha, dentro dos tempos estabelecidos no R17; — Mecanismos para verificação da integridade da informação; — Disponibilidade, refrescamento, consistência dos dados no tempo e espaço, para que o operador possa prever determinados acontecimentos indesejáveis; — Fiabilidade nas transferências, que deverá ser conseguida através de serviços de envio de mensagem com aviso de receção; — Possibilidade de observação contínua dos erros e dos níveis de performance. — Os seguintes alarmes devem atuar o <i>watchdog</i> do equipamento: <ul style="list-style-type: none"> ○ Falha total do equipamento; ○ Falha de uma porta em serviço; ○ Erros graves que comprometam o desempenho ou não permitam o cumprimento dos requisitos definidos; ○ Caso o alarme que atuou o <i>watchdog</i> normalize, o <i>watchdog</i> deve normalizar automaticamente. — Os erros que não comprometam o desempenho de sistema, devem apenas gerar logs (ex: acesso sistema, limpeza logs).
<p style="text-align: center;">R 21</p>	<p>Flexibilidade e disponibilidade</p> <p>A arquitetura de comunicação deverá garantir flexibilidade na instalação do SPCC, incluindo eventuais alterações e operações de manutenção ao sistema, sem que para isso tenha que ser desativada a comunicação.</p> <p>Perante a avaria de um IED, o funcionamento da rede de comunicações não deverá ser afetado, devendo esta situação ser automaticamente sinalizada.</p> <p>De igual modo, a avaria na rede local de comunicação não deverá condicionar o funcionamento dos vários IED, devendo estes ficar a funcionar de forma autónoma.</p>
<p style="text-align: center;">R 22</p>	<p>Expansão</p> <p>A adição de novos módulos de hardware não deverá implicar a substituição do software de comunicações, devendo esta operação originar somente uma reconfiguração da topologia do SPCC (preferencialmente on-line).</p> <p>Como resultado da expansão do SPCC, e dentro dos respetivos limites (que serão indicados pelo fornecedor), não deverá verificar-se degradação da performance do sistema de comunicação.</p>

Requisito	Descrição
R 23	<p>Interoperabilidade</p> <p>Deverá ser garantida a possibilidade de interligar equipamentos e unidades constituintes do SPCC de diferentes fabricantes, sem comprometer a performance global do SPCC.</p> <p>A arquitetura de comunicação selecionada deve permitir a coexistência de diferentes tipos e gerações de equipamentos/unidades constituintes do SPCC, com diferentes funções e capacidade.</p>