TRC 11A/2022 (LOTE 5)
PARADELA 13MVA

B	08/04/2024	Revisão a pedido do cliente	J.A.	P.G.	R.A.
A	16/10/2023	Emissão inicial	J.A.	P.G.	R.A.
REV	**Data**	**Descrição**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**
			Autor		**Cliente**

Título do documento:
Memória descritiva e justificativa

Proj.	Fase	Esp.	Doc Tipo	Doc n.º	Rev
02	4	IE	PE	101	B

finerge

FINERGE S.A.
Av. D. Afonso Henriques 1345
4450-017 Matosinhos

CPMENERGY CONSULTING

CPMenergy Consulting
R. Albino Oliveira Pinto, Edif. Praia Nova, Bloco 2 - Praia da Vagueira
3840-274 Gafanha Da Boa Hora Tel: +351 234 055 317
Email: geral@cpmenergy.pt Website: www.cpmenergy.pt

ÍNDICE

Introdução **5**

Capítulo I - Central Fotovoltaica Flutuante Paradela 13MVA **6**

1. Objetivo 7
2. Localização 8
3. Normas e Regulamentos 8
4. Dimensionamentos 8
5. Composição da Central 8
   5.1. Painéis fotovoltaicos 9
   5.2. Estruturas para fixação dos painéis 9
   5.3. Inversores 9
   5.4. Postos de Transformação 10
   5.5. Redes de Baixa Tensão 10
   5.6. Redes de Média Tensão 10
   5.7. Proteções 11
   5.8. Regimes de neutro 12
   5.9. Infraestrutura para cabos de potência e controlo 12
6. Interligação com a Subestação 60/30 kV 12

Capítulo II - Parque Eólico Paradela 13MVA **13**

1. Objetivo 14
2. Localização 14
3. Normas e Regulamentos 14
4. Dimensionamentos 15
5. Caraterísticas Técnicas das Turbinas Eólicas 15
   5.1. Rotor 15
   5.2. Sistema de Controlo de Inclinação das Pás 15
   5.3. Cubo 16
   5.4. Nacela 16
   5.5. Caixa de Velocidades 16
   5.6. Sistema de Travagem 16
   5.7. Gerador 17
   5.8. Sistema de Controlo do Vento 17
   5.9. Anemômetro 17
   5.10. Proteção Contra Raios 17
   5.11. Sistema de Controlo 17
   5.12. Conversor de Potência 18
   5.13. Transformador 18
   5.14. Quadro de Média Tensão 18
6. Proteções 18
7. Redes de Média Tensão 18
8. Infraestrutura para cabos de potência e controlo 19
9. Interligação com a Subestação 60/30 kV 19

Capítulo III - Subestação Paradela 60/30kV **20**

1. Objetivo 21

2. Localização 21
3. Caracterização da Instalação 21
4. Normas e regulamentos aplicáveis 21
4.1. Considerações para Cálculos de MT 22
4.2. Considerações para Cálculos de BT 23
5. Descrição Geral da Subestação 24
6. Seccionamento Geral da Instalação 25
6.1. Pelos 60kV 25
6.2. Pelos 30kV 25
7. Sistemas de Encravamento 25
7.1. Objetivos dos encravamentos 25
8. Sistema de Proteção, Comando e Controlo (SPCC) 25
8.1. Funções de proteção 26
8.2. Funções de automatismo 28
8.3. Tratamento da informação 28
8.4. Estrutura da base de dados 29
8.5. Interface humano-máquina 29
8.6. Aplicações e serviços SPCC 29
8.6.1 Tele-engenharia 29
8.6.2 Supervisão de equipamentos 30
8.7. Outras aplicações/serviços 30
8.7.1 Telecontagem 30
8.7.2 Monitorização da Qualidade de Energia Elétrica 30
8.7.3 Protocolos de comunicação 30
8.7.4 Registo e tratamento de ocorrências 30
8.7.5 Localização e modo de instalação dos equipamentos integrantes do SPCC 31
9. Serviços Auxiliares 31
9.1. Corrente Alternada 31
9.2. Corrente Contínua 32
10. Sistemas de Iluminação, Tomadas e Deteção de Incêndio 32
10.1. Iluminação Parque Exterior 33
10.2. Iluminação Interior 33
10.3. Tomadas 34
10.4. Deteção de Incêndios 34
11. Equipamentos de Segurança, Manobra e Apoio 34
12. Proteção de Equipamentos Contra Descargas Atmosféricas Diretas 35
13. Proteção de pessoas contra contactos diretos 36
14. Proteção de pessoas contra contactos indiretos 36
15. Rede Geral de Terras 36
16. Rede de MT 37
17. Características Gerais das Redes Elétricas 37
18. Níveis de Isolamento Estipulados 38
19. Intensidades de Correntes Estipuladas dos Painéis AT e MT 38
20. Construção Civil 38
20.1. Parque Exterior de Aparelhagem 39
20.2. Edifícios de Comando 39
21. Proteção do Meio Ambiente 40
21.1 Campos Elétricos e Magnéticos 40

21.2 Derrame de Óleo dos Transformadores de Potência ou Reatâncias 41
21.3 Pressão Acústica Produzida pelos Transformadores de Potência 41
21.4 Manipulação de SF6 42
21.5 Gestão de Resíduos 42
22. Segurança e Saúde 42
23. Qualidade 43

Capítulo IV - Anexos 44

1. Especificações Técnicas 45
2. Cálculos 45
3. Peças Desenhadas 45

Introdução

A presente memória descritiva e justificativa diz respeito ao projeto elétrico da Central Fotovoltaica Flutuante de 13 MVA localizada em Paradela no concelho de Montalegre e Distrito de Vila Real, e um Parque Eólico de 13 MVA localizado em Salamonde no concelho de Vieira do Minho.

A instalação compreende uma Central Fotovoltaica Flutuante com uma potência de 13 MVA constituída por 27 040 módulos com uma potência instalada de 15 818 kWp, um Parque Eólico constituído por 3 aerogeradores de 4,33 MW operando a uma potência total de 13 MW, e uma Subestação de 60/30kV 13 MVA que irá assegurar a ligação com a RESP (Rede Elétrica de Serviço Público) à tensão de 60kV no posto de corte a construir pelo promotor, mas a licenciar e a explorar pelo operador de rede.

O requerente deste projeto é a empresa Alto Watt, Energias Renováveis, S.A., cujos contactos são os seguintes:

- Morada: Avenida D. Afonso Henriques, 1345
- NIPC: 505353148
- Telf: +351 226 080 180
- Endereço de correio eletrónico: hugo.tavares@finerge.pt

O requerente dispõe de título de reserva de capacidade de injeção na RESP nº11A/2022, Lote n.º 5, do leilão solar flutuante aberto pelo Despacho dos Gabinetes do Secretário de Estado Adjunto e da Energia e da Secretária de Estado do Ambiente, com o n.º 11740-B/2021, publicado no DR, n.º 230, 2ª Série – Parte C, de 26 de Novembro de 2020, e em conformidade com o disposto na alínea c), do n.º 2 do art.º 18.º, do Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de Janeiro.

No desenvolvimento do presente projeto, foi tido em consideração, no âmbito do enquadramento legal que lhe seja aplicável, o Decreto-Lei n.º 15/2022 de 14 de Janeiro, o Regulamento (UE) 2016/631 da Comissão, de 14 de Abril de 2016 e a Portaria n.º 73/2020, de 16 de Março, não obstante as normas e regulamentos indicados em cada um dos capítulos abaixo.

De forma a permitir um melhor entendimento do projeto na sua totalidade, a presente memória descritiva encontra-se dividida em 4 capítulos, nomeadamente:

- Capítulo I: Central Fotovoltaica Flutuante Paradela 8MVA;
- Capítulo II: Parque Eólico Paradela 8MVA;
- Capítulo III: Subestação Paradela 60/30kV 8MVA;
- Capítulo IV: Anexos;

Nota: A ligação entre a Central Fotovoltaica Flutuante e a Subestação é efetuada por uma linha 30kV. O processo desta linha será alvo de outro projeto eletrotécnico.

CENTRAL FOTOVOLTAICA FLUTUANTE

PARADELA 13MVA

CAPÍTULO I

finerge

CPMENERGY CONSULTING

1. Objetivo

O presente Capítulo diz respeito ao pedido de licença de produção para uma Central Solar Fotovoltaica Flutuante de 13 MVA em Paradela.

O projeto tem como objetivo a produção de eletricidade a partir da conversão de energia solar por centros electroprodutores fotovoltaicos flutuantes instalados na albufeira da barragem de Paradela.

A central fotovoltaica será constituída por um total de 27 040 painéis solares fotovoltaicos monocristalinos, instalados em estrutura flutuante adequadas para o efeito, com a potência unitária de 585 Wp, repartidos em 3 conjuntos de ilhas totalizando uma potência instalada de 15,82 MWp e 13 000 kW de potência de ligação.

Conjunto	Dimensões (m)	Número de Painéis	Módulos	Potência Nominal (kWp)
Ilha 1	254,9 x 153,5	7 800	300 Strings x 26 em Série	4 563
Ilha 2	319,0 x 153,5	9 360	360 Strings x 26 em Série	5 476
Ilha 3	254,9 x 227,5	9 880	380 Strings x 26 em Série	5 780
Total	14,6 ha	27 040	1 040 Strings x 26 em Série	15 819

Os painéis serão associados a 52 (cinquenta e dois) inversores trifásicos de potência nominal 250 kW.

Conjunto	Número de Inversores	Potência Total (kW)
Ilha 1	15	3750
Ilha 2	18	4500
Ilha 3	19	4750
Total	52	13000

Os inversores farão a ligação com 2 (dois) transformadores trifásicos de 5000 kVA 0,8/30kV e 1 (um) transformador trifásico de 6000 kVA 0,8/30kV localizados em 3 (três) Postos de Transformação, existindo um em cada uma das três ilhas. Os Postos de Transformação e seccionamento encontrar-se-ão interligados entre si à tensão de 30 kVA por meio de cabos do tipo submersos.

O Posto de Transformação n.º 3 assegura a ligação ao apoio 1 da linha de 30kV *(alvo de outro projeto eletrotécnico)* que por sua vez garante a ligação à Subestação de elevação 30/60kV 13 MVA, esta encontra-se paredes meia com o posto de corte da E-redes sendo a ligação a segurada por tubo de alumínio. No Capítulo III – Subestação Paradela 60/30kV, poder-se-á consultar o projeto da Subestação, o qual descreve todos os aspetos elétricos da mesma.

2. Localização

A Central Fotovoltaica Flutuante localiza-se nas imediações da Central Hidroelétrica de Paradela, no curso do Rio Cávado, localizado em Paradela, no concelho de Montalegre, mais precisamente com as coordenadas GPS 41°46'38,61"N, 7°57'17,44"W. A área total para a implantação do projeto é de aproximadamente 14,6 ha.

Coordenadas de Implantação da Central Fotovoltaica Flutuante PT-TM06/ETRS89			
Nº	X	Y	
01	14353.2535	234293.3091	Ilha 1
02	14353.2535	234591.9742	
03	14753.3437	234591.9742	
04	14753.3437	234293.3091	
05	14826.3379	234290.9972	Ilha 2
06	14826.3379	234589.6624	
07	15290.5182	234589.6624	
08	15290.5182	234290.9972	
09	14888.1401	233796.9375	Ilha 3
10	14888.1401	234169.6401	
11	15288.2303	234169.6401	
12	15288.2303	233796.9375	

3. Normas e Regulamentos

Na elaboração deste processo foram tidas em consideração as normas e os regulamentos em vigor, nomeadamente:

- Normas Técnicas da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG);
- Normas Portuguesas aplicáveis;
- Normas Europeias, em caso de inexistência ou manifesta insuficiência de legislação ou regulamentação nacional;
- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento;
- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Portaria n.º 949-A/2006;
- Recomendações técnicas da CEI e outra regulamentação aplicáveis.

4. Dimensionamentos

Para o dimensionamento de equipamentos, circuitos de MT e BT, os cálculos foram realizados em software certificado ETAP, segundo as normas IEEE 399 e IEC 60909.

Para o estudo de produção da central, os cálculos foram realizados em software certificado PVSYST.

Nota: os cálculos efetuados fazem parte dos anexos ao presente documento.

5. Composição da Central

A potência pretendida para produção será de 13 MW, e será conseguida através de produção de energia fotovoltaica através de painéis fotovoltaicos ligados a inversores. Estes farão a conversão de corrente contínua para corrente

alternada em BT (0,8kV). Esta tensão de saída será elevada com recurso a transformadores elevadores 0,8/30kV de forma a obter a tensão para MT de 30kV.

5.1. Painéis fotovoltaicos

- Tipo: Monocristalinos;
- Potência Nominal por Unidade: 585 Wp;
- Potência Total: 15818 kWp;
- Tensão à Potência Máxima: 44,21 Vcc;
- Corrente à Potência Máxima: 13,24 A;
- Eficiência: 22,6%
- Quantidade Total: 27 040 unidades, sendo ligadas num total de 1040 Strings com 26 unidades em série.

5.2. Estruturas para fixação dos painéis

A instalação terá estruturas de suporte para os painéis fixas, de fixação em flutuadores, construídas em alumínio e serão dimensionadas para fazer face às necessidades de apoio e suporte, cumprindo com as normas e regulamentos aplicáveis. Estas estruturas suportam ainda a colocação dos circuitos, técnicos para manutenção e os Postos de Transformação e Inversores.

Os flutuadores são presos ao fundo da barragem por ancoragem adequada para o efeito, permitindo que os mesmos se ajustem consoante os níveis de água da barragem.

5.3. Inversores

Estão previstos um total de 52 unidades, de potência nominal 250 kW, totalizando 13 000 kW, que irão assegurar a conversão de corrente contínua obtida dos painéis fotovoltaicos para corrente alternada a 0,8 kV.

Características Técnicas:

- Eficiência Máxima: ≥ 99%;
- Entrada:
  - Tensão Máxima: 1.500 V;
  - Corrente Máxima: 65 A;
  - Corrente de Curto Circuito Máxima: 115 A;
  - Tensão de Arranque: 550 V;
  - Tensão Nominal: 1.080 V;
- Saída:
  - Potência Ativa Nominal: 300.000 W;
  - Potência Aparente Máxima: 330.000 W;
  - Tensão Nominal: 800 V, 3L + PE;
  - Frequência: 50 Hz/60 Hz;
  - Corrente Nominal: 216,6 A;

  - Corrente Máxima: 238,2 A;
- Proteções contra sobre-correntes, polaridade reversa, para-raios, aterramento e correntes residuais;
- Refrigeração: Resfriamento de ar inteligente;
- Proteção: IP 66;
- Sistemas de comunicação USB, MBUS e RS485.

5.4. Postos de Transformação

Cada uma das três ilhas flutuantes estará equipada com Postos de Transformação, dois de 5000 kVA e um de 6000 kVA, que servirá para ligação entre os inversores com um transformador trifásico elevador 0,8/30 kV, dois de 5000 kVA e um de 6000 kVA. Os Postos de Transformação encontram-se interligados entre si a 30 kV, sendo que o último (PT N.º 3) faz a ligação com a margem da barragem até ao apoio aéreo N. º1 da linha 30kV que permite a ligação com a cela N.º 2 do QMT da SE Paradela 60/30kV.

Características Técnicas:

- Transformadores:
  - 30/0,8 kV; 5 MVA e 6MVA; Tipo Seco; U_{cc} 7,15%; ~80 dB;
- QMT: 16 kA; 630 A; 30 kV.

Todos os equipamentos terão as características elétricas adequadas ao perfeito funcionamento da instalação e à proteção de pessoas e bens.

5.5. Redes de Baixa Tensão

A instalação será dotada de circuitos de corrente contínua, nomeadamente:

- Entre painéis para constituição de Strings;
- Entre Strings de painéis e os inversores;

A instalação será também dotada de circuitos de corrente alternada, nomeadamente:

- Inversores e Postos de Transformação com Transformadores Trifásicos Elevadores equipados dos seus próprios serviços auxiliares: iluminação e tomadas, não se prevendo assim outras necessidades para os serviços auxiliares da central.

5.6. Redes de Média Tensão

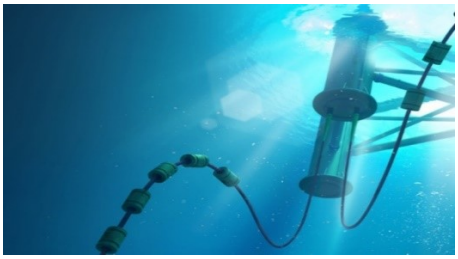
O dimensionamento dos circuitos assegurará as seguintes ligações:

- Entre os Postos de Transformação N.º 1,2 e 3 a 30 kV;
- Entre o Posto de Transformação N.º 3 e o Poste de Receção de Cabos;
- Do Poste de Receção de Cabos, através de linha aérea até ao QMT da SE Paradela a 30kV.

A ligação entre postos de transformação de cada ilha será efetuada em cabo AL 3x150 mm^2 e cabo AL 3x240 mm^2, apropriado para instalações aquáticas. Entre o Posto de Transformação N.º 1 e Posto de Transformação N.º 2, e entre

o Posto de Transformação N.º 2 e Posto de Transformação N.º 3 serão aplicadas boias flutuadoras de forma a assegurar que o cabo não submerge.

Por sua vez, entre a ilha 3 e o poste de receção de cabos serão utilizadas boias submersas que garantem que o cabo não se encontre nem no fundo da água nem à superfície. A dimensionamento das boias e estudos dos cabos será realizado pelo fabricante do mesmo.



Esta ligação incluirá ainda o percurso até ao primeiro apoio da linha aérea. Faz igualmente parte deste licenciamento, o troço de linha subterrânea em cabo AL 3x240 mm^2 que irá assegurar a ligação entre o último apoio da linha aérea e a Subestação – Cela N.º 2. Este cabo será instalado em vala normalizada de acordo com as Peças Desenhadas anexas.

5.7. Proteções

Está previsto a instalação e dimensionamento de proteções que assegurem a total integridade de pessoas e equipamentos, em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

O cabo MT subaquático deverá conter um condutor terra em Cu de secção não inferior a 95mm^2, que permitirá fazer o aterramento da ligação da rede de terras das ilhas garantindo assim um sistema de terras único.

O ponto de massa dos Postos de Transformação e Seccionamento, bem como de todas as estruturas metálicas que existam ao longo das plataformas da ilha, são ligados à rede de terras subaquática por cabo de Cu de 95 mm^2 e consequentemente aos elétrodos a colocar, de forma a garantir o escoamento das correntes de defeito.

A resistência final da malha de cada ilha deverá ser inferior a 1 ohm, bem assim como quando interligadas entre si e a malha geral de toda a instalação este valor deverá também ser mantido.

5.8. Regimes de neutro

Estão previstos os seguintes regimes de neutro:

- do lado da **BT** corrente contínua: isolado;
- do lado da **BT** corrente alternada: ligado diretamente à terra;
- do lado da **MT**: impedante através de resistência de neutro;
- do lado da **AT**: isolado.

5.9. Infraestrutura para cabos de potência e controlo

Flutuante:

Os cabos BT serão instalados em esteiras e tubos. Estes por sua vez serão fixos à estrutura flutuante. As esteiras e tubos terão as dimensões adequadas para alojar os circuitos.

Margens:

Está previsto a execução de valas de dimensões adequadas, para instalação de: cabos, condutores e tubos. O diâmetro dos tubos será dimensionado em função da secção dos cabos e condutores a instalar.

Está previsto ainda a execução de caixas de visita com afastamento adequado, de forma a facilitar a instalação de cabos e condutores, e ainda um poste para receção de cabos vindo da linha aérea.

Irá existir uma rede de comunicações, em fibra ótica, que assegura o comando e controlo de inversores e postos de transformação.

6. Interligação com a Subestação 60/30 kV

A interligação entre a Central Fotovoltaica Flutuante e a Subestação Paradela 60/30 kV será efetuada entre o Posto de Transformação e Seccionamento situado na ilha N.º 3 e a Cela N.º 2 do Quadro de Média Tensão 30 kV da SE através de um troço em cabo submerso, dois troços em cabo subterrâneo e um troço em cabo aéreo perfazendo um total de aproximadamente 20 Km de comprimento. Juntamente com este circuito de potência existirá um cabo de comunicação de fibra ótica, que assegura as comunicações entre a central fotovoltaica flutuante e a SE Paradela – Sala de Comando.

No Edifício de Comando da Central presente na SE, existirão sistemas e quadros de controlo e monotorização da Central.

PARQUE EÓLICO

PARADELA 13MVA

CAPÍTULO II

finerge

CPMENERGY CONSULTING

1. Objetivo

O presente Capítulo diz respeito ao pedido de licença de produção para um Parque Eólico 30kV de 13MVA localizado em Salamonde e Ruivães, concelho de Vieira do Minho.

O projeto tem como objetivo a produção de eletricidade a partir da conversão de energia cinética das correntes de ar através de aerogeradores.

O parque eólico será constituído por um total de 3 aerogeradores, instalados em estrutura fixa, com a potência unitária de 4,33 MW, sendo limitadas pelo fabricante de forma a operar a uma potência máxima de 4,33 MW, totalizando uma potência de 13 MW.

Cada aerogerador fará a ligação com um transformador trifásico de 5000 kVA/0,8 kV. Os QMT integrados nos aerogeradores encontrar-se-ão interligados entre si à tensão de 30kVA, e, perfazem uma potência de 13 000 kVA.

O QMT integrado no Aerogerador 1 assegura a ligação à Subestação de elevação 30/60kV 13 MVA. No Capítulo III – Subestação Paradela 60/30kV, poder-se-á consultar o projeto da Subestação, o qual descreve todos os aspetos elétricos da mesma.

Em anexo a este documento é fornecido um conjunto de desenhos e documentos que o complementam.

2. Localização

Os aerogeradores localizam-se nas imediações da Subestação 60/30 kV Paradela, localizado no concelho de Vieira do Minho, mais precisamente com as coordenadas GPS 41°39'48,07"N, 8°4'19,51"W para o aerogerador 1, 41°39'34,89"N, 8°3'58,69"W para o aerogerador 2 e 41°39'2,17"N, 8°3'37,56"W para o aerogerador 3.

Coordenadas de Implantação do Aerogerador 1 PT-TM06/ETRS89		
Nº	X	Y
01	5086.4078	221570.7495
02	5100.9398	221547.9938
03	5047.8432	221514.0857
04	4940.7112	221449.5978
05	4934.5235	221459.8697
06	5041.0355	221529.5563
07	5017.7027	221561.2827
08	5048.0436	221580.6587
09	5063.6521	221556.2174

Coordenadas de Implantação do Aerogerador 2 PT-TM06/ETRS89		
Nº	X	Y
01	5549.0127	221157.1801
02	5580.7173	221161.5178
03	5591.6574	221102.0716
04	5610.3059	220975.8146
05	5587.8720	220972.7453
06	5570.9279	221096.5916
07	5528.8202	221090.8306
08	5523.9402	221126.4983
09	5552.6726	221130.4293

Coordenadas de Implantação do Aerogerador 3 PT-TM06/ETRS89		
Nº	X	Y
01	6068.3505	220149.4484
02	6066.8244	220122.4915
03	6095.7781	220120.8524
04	6093.7433	220084.9100
05	6051.3113	220087.3121
06	6048.0015	219961.6088
07	6025.7758	219963.5575
08	6034.6990	220137.4419
09	6034.5489	220152.7802

3. Normas e Regulamentos

Na elaboração deste processo foram tidas em consideração as normas e os regulamentos em vigor, nomeadamente:

- Normas Técnicas da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG);
- Normas Portuguesas aplicáveis;
- Normas Europeias, em caso de inexistência ou manifesta insuficiência de legislação ou regulamentação nacional;
- Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento;

- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Portaria n.º 949-A/2006;
- Recomendações técnicas da CEI e outra regulamentação aplicáveis.

4. Dimensionamentos

Para o dimensionamento de equipamentos, circuitos de MT, os cálculos foram realizados em software certificado ETAP, segundo as normas IEEE 399 e IEC 60909.

Nota: os cálculos efetuados fazem parte dos anexos ao presente documento.

5. Caraterísticas Técnicas das Turbinas Eólicas

Cada turbina eólica apresenta três pás, de eixo horizontal e diâmetro de rotor de 158 metros montada no topo de uma torre tubular de aço a uma altura de 120,9 metros. O acesso à turbina é feito através de uma porta existente na base da torre.

Estão incluídas plataformas de serviço internas e iluminação interior. Assim como uma escada interior de acesso à nacela, que inclui um sistema de segurança anti queda.

Todos os equipamentos terão as características elétricas adequadas ao perfeito funcionamento da instalação e à proteção de pessoas e bens.

Caraterísticas Técnicas:

- Altura do veio ao solo: 120,9 m;
- Diâmetro do rotor: 158 m;
- Altura total: 199,9 m;
- Velocidade de arranque: 3 m/s;
- Velocidade de paragem: 25 m/s;
- Potência máxima: 4000 kW.

5.1. Rotor

A velocidade do rotor é regulada por uma combinação de ajuste do ângulo de inclinação da lâmina da pá e controlo do binário do gerador.

Em condições normais de operação o rotor gira no sentido horário.

5.2. Sistema de Controlo de Inclinação das Pás

O rotor utiliza um sistema de controlo que permite fornecer um ajuste do ângulo de inclinação das pás durante a sua operação.

O controlador de inclinação permite que o rotor da turbina eólica regule a velocidade, quando acima da velocidade nominal do vento permitido que a pá escoe o excesso, ou quando abaixo da velocidade nominal do vento o rotor acelere.

Tendo cada uma das pás equipadas com sistemas de inclinação independentes, é possível uma melhor capacidade de redundância.

5.3. Cubo

O cubo é usado para conectar as três pás do rotor ao eixo horizontal da turbina. O cubo também acolhe o sistema de controlo de inclinação das pás.

De forma a se realizar trabalhos de manutenção, o cubo pode ser alcançado através de uma de três escotilhas existentes na área próxima ao teto da nacela.

5.4. Nacela

A nacela abriga os principais componentes da turbina eólica. O acesso da torre à nacela é feito pela parte inferior da nacela. A nacela é ventilada e iluminada por circuitos internos.

5.5. Caixa de Velocidades

A caixa de velocidades da turbina eólica é projetada para transmitir potência de binário entre o rotor da turbina de baixa rotação e o gerador elétrico de alta rotação. Esta encontra-se montada na nacela.

A montagem da caixa é projetada para reduzir a transferência de vibração e ruído para a nacela.

A caixa de velocidades utilizada um sistema de lubrificação forçada e arrefecida e ainda um filtro de forma a manter o óleo de lubrificação limpo.

De forma a proteger contra potências de binário excessivas, é utilizado um sistema limitador de binário entre a turbina e o eixo de saída da caixa de velocidades.

5.6. Sistema de Travagem

O sistema de inclinação das pás atua como o principal sistema de travagem da turbina eólica.

Em condições normais de operação, a travagem é realizada colocando as pás a um ângulo que não permita girar o rotor. Para desacelerar o rotor com segurança para o modo de marcha lenta é necessário utilizar apenas duas pás.

5.7. Gerador

O gerador é um gerador de indução duplamente alimentado. É montado na nacela com um suporte projetado para reduzir a vibração e a transferência de ruído para as imediações.

5.8. Sistema de Controlo do Vento

É utilizado um rolamento posicionado entre a nacela e a torre que permite o movimento da nacela de forma a colocar a turbina voltada para o vento quando a direção do vento muda.

O controlador ativa o rolamento para alinhar a nacela à direção do vento com base no sensor do cata-vento montado na parte superior da nacela (anemômetro).

O sistema de controlo do vento contém um sistema de travagem automático. Este sistema é acionado quando as condições para a operação de rotação da nacela não são permitidas em segurança, como por exemplo devido a condições de vento turbulento.

5.9. Anemômetro

Na parte superior da nacela encontra-se montado um sensor de vento ultrassónico. O acesso é feito através de uma escotilha na nacela.

5.10. Proteção Contra Raios

As pás do rotor são equipadas com recetores de raios montados em cada uma das pás.

A turbina é aterrada e blindada para proteção contra raios.

5.11. Sistema de Controlo

A turbina eólica pode ser controlada localmente. Os sinais de controlo também podem ser enviados de um computador remoto através de um Sistema de Controle de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA), com capacidade de bloqueio local fornecida no controlador da turbina.

Os interruptores de serviço no topo da torre evitam que pessoal de serviço na parte inferior da torre opere certos sistemas da turbina enquanto pessoal de serviço está na nacela.

Para anular qualquer operação da turbina eólica, botões de parada de emergência localizados na base da torre e na nacela podem ser ativados para parar a turbina em caso de emergência.

5.12. Conversor de Potência

A turbina eólica utiliza um sistema conversor de energia que consiste em um conversor no lado do rotor, um circuito intermediário CC e um inversor de energia no lado da rede.

O sistema conversor consiste em um módulo de potência e o equipamento elétrico associado.

5.13. Transformador

O transformador está localizado na turbina ou próximo dela. O transformador é um transformador do tipo seco de média tensão 0,8/30 kV de 5 MVA. O transformador está completamente separado do resto do cabeçote da máquina.

5.14. Quadro de Média Tensão

O quadro de distribuição de média tensão é montado abaixo da área de entrada da torre com uma seção de controlo localizada na área de entrada da porta da torre. O fabricante do aerogerador fornecerá o quadro com as caraterísticas elétricas mínimas que se indicam de seguida:

- Barramento: 16 kA, 630 A, 3s, 30 kV.

6. Proteções

Além das proteções específicas existentes nos aerogeradores, serão instaladas proteções ao nível da rede de cabos em MT que assegura a ligação entre os aerogeradores e a SE. Proteções estas que estarão instaladas nas celas de MT do quadro MT da SE.

7. Redes de Média Tensão

O dimensionamento dos circuitos assegurará as seguintes ligações:

- Entre os Postos de Transformação N.º 3 e o 2, e 2 e o 1 dos aerogeradores a 30 kV – 1300 metros e 1700 metros, respetivamente;
- Entre o Posto de Transformação N.º 1 e o QMT da SE Paradela a 30kV – 300 metros.

A ligação entre postos de transformação de cada aerogerador será efetuada em cabo Alumínio do tipo LXHIOZ1 3x1x120 mm^2 em valas subterrâneas executadas para o efeito.

Juntamente com este circuito será instalado um circuito de fibra ótica que irá assegurar a comunicação entre instalações.

Será ainda instalado um circuito de cabo cobre 95 mm^2 que assegurará a ligação entre as diversas malhas de terra, garantindo desta forma a existência de uma terra única.

8. Infraestrutura para cabos de potência e controlo

Está previsto a execução de valas de dimensões adequadas, para instalação de: cabos, condutores e tubos. O diâmetro dos tubos será dimensionado em função da secção dos cabos e condutores a instalar.

Está previsto ainda a execução de caixas de visita com afastamento adequado, de forma a facilitar a instalação de cabos e condutores.

Estas infraestruturas irão garantir também a instalação de uma rede de comunicações, em fibra ótica, que assegura o comando e controlo entre os aerogeradores e a sala de Comando da Central na SE.

9. Interligação com a Subestação 60/30 kV

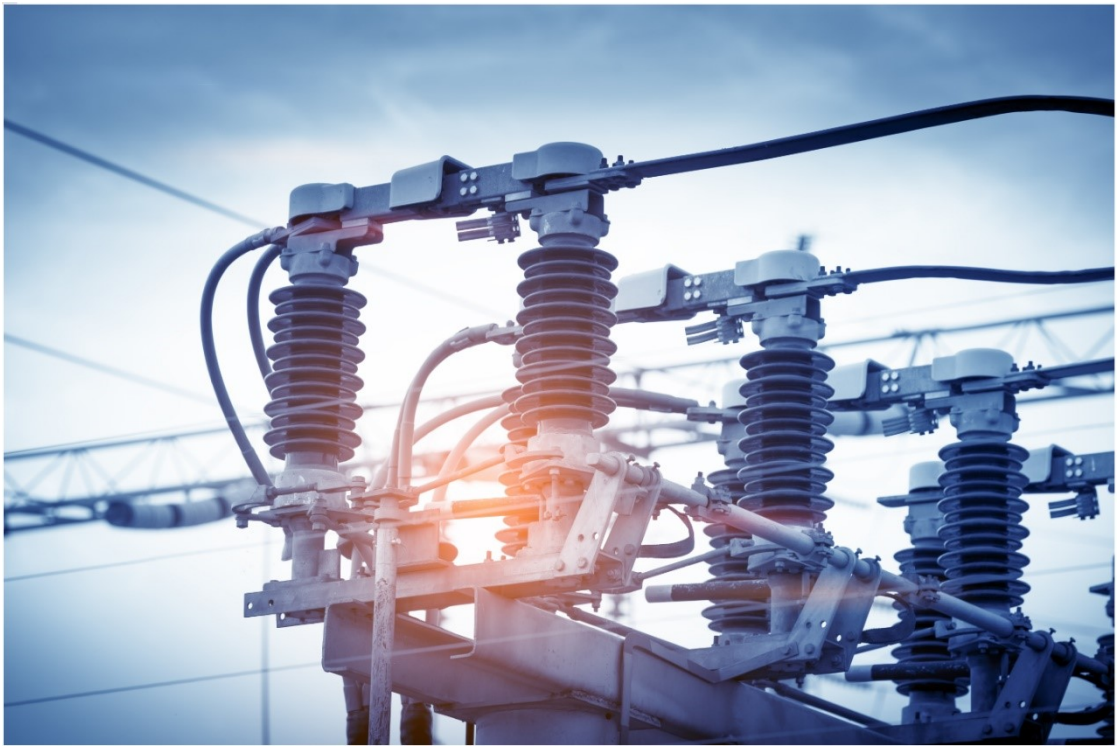
A interligação entre o Parque Eólico e a Subestação Paradela 60/30 kV será efetuada entre o QMT do aerogerador N.º 1 e a Cela N.º 3 do Quadro de Média Tensão 30 kV da SE através de cabo de alumínio LXHIOZ1 3x1x240 mm^2 em vala subterrânea com aproximadamente 300 metros de comprimento.

No Edifício de Comando da Central presente na SE, existirão sistemas e quadros de controlo e monotorização do Parque.

SUBESTAÇÃO PARADELA

60/30kV 13MVA

CAPÍTULO III



1. Objetivo

O presente Capítulo diz respeito ao projeto elétrico de uma Subestação de 60/30 kV 13 MVA que irá assegurar a ligação a 30 kV com a Central Fotovoltaica Flutuante 13 MVA, o Parque Eólico 13 MVA e a 60 kV com a RESP (Rede Elétrica de Serviço Público).

2. Localização

A instalação situa-se em Ruivães, freguesia e concelho de Vieira do Minho, com as coordenadas geográficas: 41° 39'46.39"N, 8°4'23.07"W e a Subestação com as coordenadas dos seis vértices conforme tabela abaixo e de acordo com planta de localização em anexo.

Coordenadas de Implantação da Subestação PT-TM06/ETRS89		
Nº	X	Y
01	5100.1543	221337.9998
02	5104.5289	221361.4344
03	5123.3926	221358.0199
04	5121.2098	221346.3268
05	5116.0784	221347.3749
06	5113.8476	221335.4430

3. Caracterização da Instalação

Através da Subestação 30/60 kV 13 MVA será assegurada a elevação da tensão de 30 kV, vinda da central fotovoltaica flutuante e parque solar para 60 kV, e consequente ligação à RESP através do Posto de Corte de Frades.

O pedido de licenciamento dos projetos da central fotovoltaica flutuante e parque eólico fazem parte do Capítulo I e Capítulo II respetivamente, estando descrito todos os aspetos elétricos das mesmas à exceção da subestação em virtude de esta fazer parte do presente capítulo.

4. Normas e regulamentos aplicáveis

A elaboração do projeto teve em consideração a regulamentação de segurança em vigor, nomeadamente:

- "Regulamento de Segurança de Subestações e de Postos de Transformação e de Seccionamento" publicado pelo DL n.º 42 895, de 31 de Março de 1960 e respetivas alterações;
- Diretivas Europeias transpostas para o nosso enquadramento legal pelos DL n.º 441/91 de 14 de Novembro e DL n.º 155/95 de 1 de Julho, regulamentada pela Portaria n.º 101/96 de 3 de Abril;
- Norma Portuguesa NP ENV 206 (1993);
- Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (11 Setembro de 2006);
- Método de validação da rede geral de terras de subestações pelo controlo das tensões de contacto e de passo, em conformidade com o HD 637 S1: 1999, completado pela metodologia de cálculo desenvolvida pela IEEE (Exarado na Informação N.º 8/DSEE/06 em 2006-06-09).

Os cálculos foram realizados através de softwares certificados, nomeadamente: para Média Tensão e Rede de Terras através de programa de cálculo ETAP, desenvolvido pela OPERATION TECHNOLOGY, INC segundo as seguintes normas:

- IEEE 399, Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis;
- ICEA P-54-440, Ampacities of Cables Installed in Cable Trays;
- IEC 60909, cálculo de correntes de curto-circuito em sistemas trifásicos de corrente alternada;
- ANSI/IEEE Std. 141/1986 IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants.

Para Baixa Tensão através de programa de cálculo CANECO, desenvolvido pela ALPI International Software, segundo as seguintes normas: IEC 64-8, IEC 60364, HD384, BS7671, NF C15-100, VDE, REBT, RGIE- AREI, ÖNORM, NIN-BT, NP, NEN1010, NBR 5410, CSN, AS / NZ 3008, NEK 400 e SS 4364000, norma marítima com o Número de série do programa de cálculo (CANECO BT Portugal V/5.4): – BTM-RK-11259-580.

Nota: os cálculos efetuados fazem parte dos anexos ao presente documento.

4.1. Considerações para Cálculos de MT

Para a realização dos cálculos foram tomados em consideração os valores das caraterísticas do ponto de ligação da rede RESP seguintes:

Unidades	Valor 3F	Valor 1F
Scc (MVA)	1662,769 MVA	1830,357 MVA
Icc (kA)	16 kA	17,613 kA
X/R (Ω)	6,452 Ω	6,452 Ω

Condições Gerais:

- Temperatura: 30°C;
- Altitude: 1000 m acima do nível do mar;
- Tensão Nominal: Rede trifásica 30 kV;
- Frequência: 50 Hz;
- Condições de utilização:

Tensão Nominal da Rede (U_n) (kV)	30 kV
Tensão Mais Elevada da Rede (U_m) (kV)	36 kV
Tensão Estipulada Suportável de Curta Duração: À Frequência industrial (kV) (eficaz) Ao Choque Atmosférico (kV) (pico)	 70 kV 170 kV

Corrente Estipulada de Curta Duração:		
Térmica (3s)	(kA) (eficaz)	12,5 kA
Dinâmica	(kA) (pico)	31,25 kA

Tendo em conta as caraterísticas da instalação e de forma a cumprir as normas e regulamentos acima indicados foi optado pela colocação de uma reatância de neutro que limita a corrente de defeito à terra no ponto neutro artificial criado na ligação à terra no secundário do transformador. Com esta introdução obtêm-se os valores:

Unidades	Valor 1F – Solar	Valor 1F - Eólico
V (kV)	19,3 kV	20,62 kV
Icc (kA)	2,12 kA	2,368 kA
X/R (Ω)	2 Ω	2 Ω

Verifica-se que os equipamentos com Icc mais baixo são os cabos de MT, nomeadamente circuito do secundário do TP ao QMT, circuito do QMT até ao TSA e RN. No Quadro seguinte indicam-se os valores suportados pelos cabos que constituem estes circuitos:

Unidades	Icc Monofásico (kA)	Tempo (s)	Temperado Icc Máximo	Tempo Icc (s)
LXHIOZ (cbe,frt) 18/30kV 3x1x240 mm^2 Cu	2,4	1	250°	5

Com as condições indicadas anteriormente chegamos ao dimensionamento da RN de: 14 Ω, 3711 A, 5 s. Sendo que desta forma é cumprido a corrente de Icc monofásico que o cabo suporta, apesar de não se verificar o mesmo nos valores de tensão que o cabo suporta. No entanto, segundo a norma "IEC-60502-2-2005" ponto 4.1, onde indica:

- "categoria B: esta categoria compreende aqueles sistemas que, em condições de falha, são operados por um curto período com uma fase aterrada. Este período, conforme IEC 60183, não deve ultrapassar 1 h. Para cabos abrangidos por esta norma, pode ser tolerado um período mais longo, não superior a 8 horas em nenhuma ocasião. A duração total das faltas à terra em qualquer ano não deve exceder 125 h;"

Desta forma para cabos abrangidos por esta norma, visto que estamos próximos dos valores de tensão que o cabo suporta, foi optado por seguir esta solução.

4.2. Considerações para Cálculos de BT

Na realização dos cálculos de BT através do software Caneco BT foram tidos em consideração as seguintes caraterísticas para instalação de cabos:

- Temperatura: 30°C;
- Tipo de Instalação (Segundo Norma Portuguesa):
  - Refª. 11 - Método C: Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados às paredes;

- Refª. 13 - Método E ou F: Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em caminhos de cabos perfurados;
- Refª. 16 - Método E ou F ou G: Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em escadas;
- Refª. 43 - Método B: Cabos mono ou multicondutores em caleiras abertas.

5. Descrição Geral da Subestação

A subestação será uma instalação mista, com aparelhagem de montagem exterior no Parque Exterior da Aparelhagem e de montagem interior no Edifício de Comando da Subestação e no Edifício de Comando da Central.

No Parque Exterior de Aparelhagem será instalado um painel de linha e transformador que compreende a instalação dos seguintes equipamentos: descarregadores de sobretensão de 60kV (linha), seccionador de linha com facas de terra, transformadores de tensão, transformadores de corrente, disjuntor de 60kV, descarregadores de sobretensão de 60kV (de fase e neutro - transformador), transformador de potência e os equipamentos complementares de MT, tais como os descarregadores de sobretensão e transformador de serviços auxiliares.

O Edifício de Comando da Subestação é um edifício pré-fabricados do tipo monobloco, constituído por uma sala onde se encontra instalado o equipamento principal de MT (quadro metálico blindado), e uma sala para equipamentos de BT, sistemas de alimentação e de comando e controlo, estes últimos integrados em armários próprios para o efeito.

O Edifício de Comando da Central é um edifício pré-fabricado tipo contentor marítimo onde se encontram os equipamentos de comando e controlo da central, este edifício inclui também a função de Armazém para materiais de reserva da Subestação e da Central.

A disposição dos equipamentos de AT, MT e BT e respetivos esquemas unifilares, são apresentados nas peças desenhadas correspondentes, nas se identificam as principais características do equipamento.

Os painéis AT e MT que compõem a subestação e respetivas funções, são os indicados nos quadros seguintes:

Painéis AT

Tipo de Painel	Função
Linha AT / Transformador de Potência MT/AT	Assegura a ligação direta entre a linha AT da RESP e o secundário do transformador de potência MT/AT

Painéis MT

Tipo de Painel	Função
Chegada transformador de potência	Assegura a ligação entre o primário do transformador de potência MT/AT e o barramento do quadro metálico
Entrada	Assegura a ligação ao barramento do quadro metálico e a respetiva linha de MT
Transformador de Serviços Auxiliares	Assegura a ligação entre o barramento do quadro metálico e o transformador MT/BT de serviços auxiliares

6. Seccionamento Geral da Instalação

6.1. Pelos 60kV

Efetuado pela abertura do seccionador de linha de tensão nominal 72,5kV, conforme representado no esquema unifilar em anexo. Foi prevista a instalação de dispositivos de encravamento elétricos e mecânicos que não permitam a manobra do seccionador com o disjuntor na posição de fechado, nem a ligação das facas de terra sem a garantia de que o disjuntor a montante da RESP esteja aberto e encravado.

6.2. Pelos 30kV

Efetuado pela abertura do disjuntor de tensão nominal 36kV, conforme representado no esquema unifilar em anexo. Foi prevista a instalação de dispositivos de encravamento mecânicos que não permitam a ligação das facas de terra sem a garantia de que o disjuntor a montante esteja aberto e encravado.

7. Sistemas de Encravamento

Serão previstos os sistemas de encravamento necessários para exploração da subestação em condições de segurança e que impedem falsas manobras da aparelhagem.

Deste modo, existirão conjuntos de encravamentos, quer elétricos quer mecânicos, destinados a garantir que a manobra de um aparelho esteja condicionada ao cumprimento de determinadas condições, tais como a posição de outros aparelhos do mesmo painel ou de painéis distintos.

A descrição pormenorizada destes equipamentos encontra-se no esquema unifilar.

7.1. Objetivos dos encravamentos

a) Garantir que um equipamento ou cabo só será ligado à terra com a garantia de que se encontra fora de tensão;
b) Garantir que o acesso ao transformador dos serviços auxiliares só será feito com o cabo de alimentação do primário colocado à terra;
c) Garantir que um equipamento de corte em vazio só será manobrado em vazio (sem carga).

8. Sistema de Proteção, Comando e Controlo (SPCC)

Existirá um sistema de comando, controlo e proteção, este sistema irá assegurar a supervisão da Subestação, no local, através das funções de proteção, automatismo e encravamento definidas para cada painel.

Na caracterização técnica do Sistema de Proteção Comando e Controlo (SPCC) do projeto de Subestação MT/AT, será definido:

- a arquitetura e configuração de princípio do Sistema;

- o conjunto de funções por painel que garantem o funcionamento da subestação com segurança, qualidade de serviço e fiabilidade – funções de comando, encravamento, proteção e automatismos;
- a informação a adquirir do processo, a gerar e a disponibilizar na instalação;
- os interfaces Homem-Máquina (Painel e Subestação) necessários para o comando e supervisão local da instalação;
- os suportes de comunicação e os protocolos associados;
- as funções de supervisão e controlo à distância da subestação.

A solução a implementar deverá basear-se em equipamentos de tecnologia digital aplicados de uma forma integrada, constituindo um sistema único, que visa, fundamentalmente, a obtenção de:

- Uma estrutura do sistema de comando e controlo modular e flexível, facilmente adaptável às evoluções da instalação;
- Simplificação das interligações entre os diversos equipamentos de comando e controlo da Subestação;
- Maior eficiência na supervisão da instalação, conseguida pela disponibilização à distância da informação adequada a um leque variado de agentes que nela intervêm (funções de autodiagnóstico), facilitando assim a realização das tarefas de planificação, de controlo, de conservação e de manutenção;
- Uma otimização do controlo das diversas funcionalidades do Sistema, como consequência da integração permitida pela tecnologia utilizada.

Serão instalados sistemas de proteção que permitam a supervisão dos equipamentos AT e MT e controlo dos disjuntores e comutador de tomadas do transformador. Desta forma, as unidades terão a capacidade de entradas e saídas físicas necessárias.

Terão também de permitir a visualização da medida da tensão, corrente, potência, frequência, fator de potência e tomadas do transformador.

Será dotado da função de regulação automática de tensão, com as mesmas interfaces comunicativas que o sistema de proteções, para integração na mesma rede de comunicações.

Os quadros de proteções, comando e controlo têm de ter representação gráfica do estado da instalação (sinóptico), tela de medidas e tela de diagnósticos dos equipamentos e informação de alarmes.

O sistema é dotado dos equipamentos descritos abaixo:

- Armário de Comando e Controlo;
- Armário de contagem.

8.1. Funções de proteção

A instalação terá de ser dotada das proteções necessárias à sua completa segurança contra defeitos elétricos e, no caso dos transformadores, também contra defeitos mecânicos de funcionamento.

A instalação de interligação à Rede terá de ser dotada de um relé de interligação com as funções de proteção necessárias à sua completa segurança contra defeitos elétricos, conforme abaixo descrito.

As unidades de proteção terão de permitir registo de eventos, osciloperturbografia, sincronização horária e comunicação pelo standard 61850. Deverá também ser possível aceder, alterar e criar backups dos parâmetros de proteção por via de um PC, com a ferramenta própria do fabricante.

As proteções elétricas ficarão instaladas em painéis próprios, tendo sido previstas as seguintes funções:

Interligação e Transformador TP
▪ Máximo de intensidade de fase (50/51) ▪ Máximo de frequência (81H) ▪ Mínimo de frequência (81L) ▪ Máximo de intensidade de terra ou neutro (50N/51N) ▪ Máximo de tensão residual (59N) ▪ Máximo de tensão (59) ▪ Mínimo de tensão (27) ▪ Máximo de potência aparente ▪ Proteção diferencial de transformador (87T)

Barramento 30kV
▪ Máximo de intensidade de fase (50/51) ▪ Máximo de intensidade de terra (50N/51N) ▪ Máximo de tensão (59) ▪ Mínimo de tensão (27) ▪ Máximo de tensão homopolar (59N)

Regulador de Tensão Transformador TP
▪ Regulador em carga da tensão no secundário

Entradas do Parque
▪ Máximo de intensidade de fase (50/51) ▪ Máximo de intensidade de terra (50N/51N) ▪ Máximo de tensão (59) ▪ Mínimo de tensão (27) ▪ Máximo de tensão homopolar (59N)

Cada um dos IED integrantes do SPCC terão de possuir um conjunto de funções de proteção que terão de assegurar a vigilância do funcionamento da rede detetando defeitos e, por interação ou não com as funções de automatismo, procuram eliminá-los o mais rapidamente possível, no sentido de garantir simultaneamente uma exploração segura e uma elevada continuidade e qualidade de serviço.

As funções de proteção terão de se reger pelos seguintes princípios:

- seletividade de atuação, minimizando a área afetada;
- redundância na atuação, permitindo colmatar o deficiente funcionamento de qualquer componente do sistema de proteções;

- coexistência com as restantes funcionalidades do SPCC.

A topologia da subestação, objeto da presente Memória Descritiva e Justificativa, prevê a implementação das funções de proteção nos seguintes painéis:

- Interligação de Transformador;
- Entradas de 30kV do Parque;
- Regulador em carga da tensão no secundário do transformador de potência.

Os relés de proteção terão de ser eletrónicos, programáveis, previstos para a ligação a transformadores de intensidade e a transformadores de tensão.

Os relés das proteções da interligação terão de ser regulados de acordo com os valores a indicar pela Entidade Distribuidora e ensaiados na sua presença.

8.2. Funções de automatismo

O SPCC terá de assegurar, de forma distribuída, um conjunto de funções de automatismo com o objetivo de eliminar determinado tipo de defeitos e garantir elevados níveis de qualidade de serviço.

As funções de automatismo consideradas serão apresentadas no seguimento:

- comutação automática de disjuntores;
- religação rápida e/ou lenta de disjuntores;
- regulação automática de tensão.

As características e a sequência de operações das funções de automatismo, associadas a cada tipo de painel e andar de tensão da subestação, obedecem ao descrito na respetiva especificação funcional.

O desempenho das funções de automatismo terá de ser assegurado de uma forma distribuída ao nível dos vários IED.

O SPCC terá de garantir, via rede de comunicação que interliga os diferentes IED, a correta atuação das funções de automatismo de acordo com os limites temporais definidos para cada uma delas.

8.3. Tratamento da informação

Os IED terão de possuir, no mínimo, os seguintes módulos:

- módulo de aquisição de medidas;
- módulo de aquisição de sinalizações;
- módulo de saída de comandos;
- módulo de comunicação.

8.4. Estrutura da base de dados

A base de dados é concebida de modo a garantir um tratamento de dados adequado à arquitetura e organização funcional do SPCC, possuindo uma estrutura distribuída, total ou parcialmente replicada.

8.5. Interface humano-máquina

O SPCC terá de possuir um conjunto de ferramentas necessárias e adequadas ao bom desempenho das funções de supervisão, comando e manutenção da instalação.

Deste modo, o acesso aos dois níveis do SPCC é possível através de um interface humano-máquina (IHM).

Nos IED (interface com o nível 1) serão considerados dois níveis de acesso distintos:

- nível de supervisão e comando do painel;
- nível de parametrização / configuração do IED (funções de proteção e automatismo, modo de atuação, editor dos quadros de interface, etc.)

Relativamente ao PCL (interface com o nível 2) terão de ser considerados três níveis de acesso:

- nível de supervisão e comando da instalação;
- nível de parametrização das funções de proteção e automatismo;
- nível de engenharia (configuração do sistema, alteração da base de dados, alteração de quadros, etc.).

8.6. Aplicações e serviços SPCC

O conjunto de aplicações SPCC terão de possibilitar também configurar, parametrizar e recolher dados dos IED (e da UC).

As aplicações e serviços SPCC serão, no mínimo, as seguintes:

- Tele-engenharia;
- Supervisão de equipamentos.

Nos parágrafos seguintes são caracterizadas cada uma das aplicações SPCC definidas anteriormente, bem como outras aplicações e serviços não diretamente asseguradas pelos SPCC.

8.6.1 Tele-engenharia

Este serviço possibilita a alteração de parâmetros e o modo de funcionamento das funções de proteção e de automatismo, e ainda a recolha de dados relativos ao registo de acontecimentos e de osciloperturbografia residentes nos IED.

Possibilita também a alteração de parâmetros e de configuração da UC do SPCC, e ainda, a recolha de dados resultantes das funções próprias de autodiagnóstico que permitem uma análise das perturbações verificadas a este nível.

8.6.2 Supervisão de equipamentos

Trata-se de um serviço genérico de manutenção e/ou supervisão de equipamentos existentes na subestação.

Neste âmbito, podem existir vários equipamentos que disponibilizem funções deste tipo e, consequentemente, suscetíveis de serem sujeitos a um processo de manutenção / conservação.

8.7. Outras aplicações/serviços

8.7.1 Telecontagem

Este serviço terá de possibilitar a recolha diária dos valores de contagem de energia nos diferentes painéis da subestação que disponibilizam esta medida. Estes dados terão de ser enviados para uma unidade central de tratamento localizada remotamente.

8.7.2 Monitorização da Qualidade de Energia Elétrica

Terá de existir um serviço, que será assegurado por um equipamento dedicado para o efeito, possibilitará a implementação de funções de qualimetria e de osciloperturbografia na subestação, utilizando a informação, analógica e digital, disponibilizada pelo SPCC.

8.7.3 Protocolos de comunicação

A definição da rede local de comunicação de dados e a escolha do protocolo a utilizar na mesma, terá de obedecer a critérios relacionados com a funcionalidade pretendida para o SPCC, sendo assim definidas, como essenciais, as seguintes propriedades:

- interoperabilidade;
- disponibilidade;
- expansibilidade;
- performance;
- segurança;
- tempos máximos admitidos para as funções críticas;
- vida útil.

8.7.4 Registo e tratamento de ocorrências

O registo e tratamento das ocorrências verificadas quer na subestação, quer nas redes de AT e MT a ela ligadas, terá de estar previsto ser efetuado por uma função de registo sequencial de acontecimentos (RSA) que estabelecerá a correta ordem cronológica dos mesmos e a sua datação com um tempo de resolução de milissegundos entre ocorrências (≤ 10 ms).

Em complemento à função de RSA, alguns IED terão de ter incorporado um sistema de registo de perturbações de alta velocidade distribuído para análise das formas de onda das grandezas analógicas e as transições dos sinais digitais - Osciloperturbografia.

8.7.5 Localização e modo de instalação dos equipamentos integrantes do SPCC

Todo o equipamento que integrará o nível 1 do SPCC terá de ficar distribuído pelos armários de comando e controlo e pelos compartimentos de baixa tensão dos quadros metálicos MT.

Nos armários de comando e controlo terão de ficar instaladas as IED pertencentes aos seguintes painéis:

- linha AT / transformadores de potência AT/MT;
- serviços auxiliares de corrente alternada e de corrente contínua.

Nos compartimentos de baixa tensão do quadro metálico MT terão de ficar instalados os IED pertencentes aos seguintes painéis:

- chegada MT.

9. Serviços Auxiliares

Existirá a necessidade de alimentação de serviços auxiliares em corrente alternada e em corrente continua sendo as cargas de corrente alternada asseguradas pelo transformador de serviços auxiliares 30/0,4kV 50kVA e os de corrente continua assegurados por banco de baterias/carregador à tensão de 110V.

Esta necessidade é verificada tanto para o Edifício de Comando da SE como para o Edifício de Comando da Central.

9.1. Corrente Alternada

Os Serviços Auxiliares de Corrente Alternada da subestação estão previstos para 400-230 V, 50 Hz, sendo a sua alimentação assegurada pelo Transformador de Serviços Auxiliares MT/BT ligado ao barramento de MT da instalação.

Destinado à alimentação dos circuitos considerados prioritários ao funcionamento da instalação, existirá, para além do barramento geral dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada, um barramento de 400/230V socorrido por um gerador amovível de 25kVA, este só será instalado em caso de necessidade, a sua conexão será assegurada por meio de tomada de 32A.

De forma a alimentar o quadro de serviços auxiliares de corrente alternada do Edifício de Comando da Central, existirá uma ligação entre o quadro de corrente alternada do Edifício de Comando da SE e este.

O esquema unifilar do quadro de corrente alternada ajuda no entendimento.

9.2. Corrente Contínua

Os Serviços Auxiliares de Corrente Contínua da subestação estão previstos para 110 V, sendo a sua alimentação realizada a partir de um conjunto bateria-carregador.

Os Serviços Auxiliares de Corrente Contínua serão equipados com um dispositivo de controlo permanente do isolamento dos circuitos, para a deteção e sinalização da ocorrência de defeitos à terra. Em caso de defeito o disparo automático não será provocado devido a imperativos de exploração.

Para tal será instalado um quadro retificador-carregador de bateria e respetivas baterias, para funcionamento a corrente contínua 110 Vcc/40 Ah – 10 h. A função de carga das baterias será garantida através de um carregador controlado por microprocessador pré-equipado para módulos. A máxima variação de tensão não deverá ser superior a +/- 10%.

A bateria será munida de dois fusíveis, instalados nos terminais (+) e (-), de modo a protegê-la contra possíveis defeitos no cabo de ligação ao compartimento dos serviços auxiliares de corrente contínua.

O carregador será adequado para a operação de carga de bateria em tampão e possuirá uma corrente de saída adequada.

A bateria, alimenta sem interrupção as cargas de corrente continua. As baterias deverão ser do tipo estanques e sem manutenção do tipo VRLA (Valve Regulated Lead Acid).

As baterias deverão ser alojadas em prateleiras, no interior do armário, de acesso frontal para assegurar acessibilidade a todos os terminais para fácil leitura da tensão individual de cada elemento para efeitos de rotina de manutenção.

A metodologia de ensaios do quadro da bateria e do carregador deverá seguir as normas CEI aplicáveis.

De forma a alimentar o quadro de serviços auxiliares de corrente contínua do Edifício de Comando da Central, existirá uma ligação entre o quadro de corrente contínua do Edifício de Comando da SE e este.

10. Sistemas de Iluminação, Tomadas e Deteção de Incêndio

O Parque Exterior de Aparelhagem, o Edifício de Comando da SE e o Edifício de Comando da Central serão equipados com um sistema de iluminação principal e um sistema de iluminação de emergência. Este último sistema assegurará a iluminação necessária à circulação de pessoas em caso de falha de alimentação ao barramento geral dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada.

O Parque Exterior de Aparelhagem, o Edifício de Comando da SE e o Edifício de Comando da Central serão equipados com um circuito de tomadas monofásicas e trifásicas para usos gerais.

Cada edifício de comando será equipado com um sistema de deteção de incêndio independente constituído por uma central única e detetores de incêndio do tipo ótico/térmico.

Os circuitos de BT previstos nos edifícios de comando destinados à iluminação normal e de emergência, tomadas, ventilação e de deteção de incêndio serão instalados no interior de calhas técnicas.

10.1. Iluminação Parque Exterior

O sistema de iluminação principal do PEA será constituído por projetores de led.

Os projetores serão instalados no topo de estruturas metálicas e nas paredes exteriores do edifício.

Os projetores de iluminação deverão ser de construção robusta, reguláveis em duas direções (horizontal e vertical), possuir um vidro de alta resistência (térmica e a choques mecânicos) fixado ao corpo por intermédio de grampos de aço inoxidável no intuito de proteger o compartimento do led´s, devendo ser assegurado um índice de proteção não inferior a IP 55.

Este sistema de iluminação deverá ser comandado por intermédio de uma célula fotoelétrica, o equipamento estará associado a um comutador de 3 posições. As posições do comutador de 3 posições são as seguintes:

- 0 - "Desligado";
- 1 - "Automático";
- 2 - "Manual".

A célula fotoelétrica será para montagem exterior, orientada a Norte, devendo ser dotada de terminal para ligação à terra e de um bucim apropriado ao cabo a que ficará ligada.

O sistema de iluminação de emergência do PEA, será assegurado pelos projetores anteriormente descritos, os quais serão providos de kit de emergência com uma autonomia de duas horas.

10.2. Iluminação Interior

Os edifícios de comando são dotados com os seguintes sistemas de iluminação interior:

- sistema de iluminação principal;
- sistema de iluminação de emergência.

O sistema de iluminação principal será constituído por um conjunto de luminárias de montagem saliente, com difusor, com lâmpadas led.

O sistema de iluminação de emergência será constituído por um conjunto de luminárias de montagem saliente, com difusor, com lâmpadas led, equipadas com Kit de Emergência.

Estes circuitos de BT serão instalados no interior de calhas técnicas de montagem saliente, e nos tubos, caleiras e chão falso existentes.

A aparelhagem de manobra destinada ao comando da instalação de iluminação será constituída por interruptores simples e por comutadores de escada.

Ambos os sistemas de iluminação principal e emergência serão alimentados a partir do barramento socorrido do quadro de corrente alternada, sendo este alimentado em condições normais pelo transformador de serviços auxiliares, ou em caso de falha de alimentação do TSA pelo Gerador.

Este sistema de iluminação de emergência é acionado sempre que se ligar a iluminação normal dos edifícios, situação correspondente à presença de pessoas na instalação. Quando ocorrer uma falha geral de alimentação dos serviços auxiliares de corrente alternada (TSA e posteriormente Gerador), as luminárias pertencentes a este sistema manter-se-ão ligadas uma vez que serão providas de kit de emergência.

Para além deste sistema de iluminação deverá ainda existir a alimentação dos blocos autónomos de sinalização de saída e uma lanterna portátil de emergência, alimentados a partir dos circuitos de iluminação de luminárias mais próximas.

Os blocos autónomos deverão ser de 8 W, com uma autonomia mínima de 1 hora.

10.3. Tomadas

Os Edifícios de Comando serão dotados de sistemas de tomadas interiores.

Este sistema de tomadas será constituído por tomadas trifásicas com terra e tomadas monofásicas com terra.

Estes circuitos de BT serão instalados no interior de calhas técnicas de montagem saliente, e nos tubos, caleiras e chão falso.

10.4. Deteção de Incêndios

Este sistema será implementado de acordo com o plano relativo à deteção de incêndios, e será constituído pelos seguintes equipamentos:

- central de deteção de incêndios programável que permita a disponibilização das seguintes sinalizações por contactos livres de potencial:
    - avaria interna;
    - deteção de incêndio.
- detetores de incêndio óticos de fumos e respetivas bases para ligação à central.

Nota: Cada Edifício de Comando terá um Sistema Automático de Deteção de Incêndio independente com uma CDI para cada edifício.

11. Equipamentos de Segurança, Manobra e Apoio

Os equipamentos de segurança, manobra e de apoio deverão obedecer ao disposto a seguir.

O equipamento de apoio que deverá existir na instalação será o seguinte:

- uma secretária, uma cadeira rotativa com rodas;
- um armário metálico para arquivo da documentação;

- escadote isolado com três degraus;
- painel para colocação das manivelas de manobra da aparelhagem AT e MT.

O material de segurança para uso geral que deverá existir na subestação será o seguinte:

- quadro de primeiros socorros (modelo da Imprensa Nacional) com moldura em madeira;
- um caixa de primeiros socorros (com indicação exterior do prazo de validade);
- um tapete de borracha para proteger em trabalhos até à tensão máxima de 36 kV, com 10 mm de espessura,
- um par de luvas de proteção elétrica para 36 kV;
- um jogo de terras para 60kV;
- um detetor de tensão 60kV.

A sinalização a colocar à entrada da instalação terá de ser executada em material isolante e resistente às intempéries.

A sinalização mínima a colocar na entrada será constituída pelos seguintes sinais:

- Obrigação de "USAR CAPACETE DE PROTECÇÃO";
- Obrigação de "USAR CALÇADO DE PROTECÇÃO";
- Proibição de "ENTRADA A PESSOAS ESTRANHAS AO SERVIÇO".

Serão instaladas placas com o sinal triangular amarelo de aviso de tensão elétrica perigosa (NP-608 e NP-609) nas duas folhas da porta de entrada e nos painéis de rede da subestação, alternadamente.

A sinalização a colocar no interior do edifício de comando terá de ser executada em material isolante fotoluminescente.

A sinalização a colocar será constituída pelos seguintes sinais:

- Sinalização do equipamento de combate a incêndios, adequada, ao equipamento.

No EC deverão ser instalados extintores que deverão ter as seguintes características:

- Classe de fogo: ABC na presença de eletricidade;
- Agente extintor: CO_2;
- Capacidade: Superior a 5 kg;
- Dotação base: Duas unidades.

12. Proteção de Equipamentos Contra Descargas Atmosféricas Diretas

A proteção contra sobretensões, originadas por descargas atmosféricas e/ou por manobras, estará assegurada por descarregadores de óxido metálicos instalados junto ao transformador nas fases e neutro, bem assim como na entrada da linha de 60kV que por sua vez estarão ligados à malha de terra da subestação, a qual terá um valor inferior a 1 Ω.

A área exterior estará protegida contradescargas atmosféricas por um para-raios com dispositivo de ionização não radioativo montado no topo de um mastro, fixo a um mastro que estará fixo pórtico de 60kV.

13. Proteção de pessoas contra contactos diretos

A técnica adotada para garantir um elevado grau de segurança das pessoas em atividade no Parque Exterior de Aparelhagem, será a de "segurança por afastamento", que consistirá na colocação dos condutores nus em tensão a distâncias que impossibilitem contactos acidentais diretos.

Outro fator que condiciona as distâncias de afastamento será o facto de os isoladores serem elementos sujeitos a tensão degressiva, estando apenas a sua base ao potencial da terra, pelo que deverá ser impedida a possibilidade de curto-circuitar com as mãos parte de uma coluna isolante.

Relativamente ao equipamento de MT a instalar no edifício, a técnica de segurança a adotar será a de "segurança por obstáculo", que consiste na colocação de todas as partes em tensão no interior de diversos compartimentos completamente fechados do quadro metálico blindado.

14. Proteção de pessoas contra contactos indiretos

A proteção de pessoas contra contactos indiretos na rede dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada da subestação será garantida pela adoção do sistema TN-C-S, cujas normas de conceção se encontram dentro das disposições regulamentares, nomeadamente:

- disparo ao primeiro defeito;
- neutro de baixa tensão do transformador dos Serviços Auxiliares ligado à rede geral de terras;
- massas da instalação ligadas à rede geral de terras;
- utilização de disjuntores diferenciais de média sensibilidade, montados de forma seletiva, assegurando o corte dos circuitos em caso de defeito à terra;
- existência de terra geral com resistência inferior a 1 Ω e/ou garantia das condições de segurança das pessoas pelo controlo das tensões de contato e de passo.

15. Rede Geral de Terras

A rede geral de terras será concebida de forma a constituir uma rede equipotencial, reduzindo os riscos de tensões de passo e de contacto e limitando-as a valores não perigosos, em caso de defeito à terra.

Será um conjunto interligado, formado por:

- terra de proteção, destinada a contribuir para a segurança das pessoas nas proximidades de um objeto metálico da instalação suscetível de colocação acidental sob tensão em caso de defeito de isolamento;
- terra de serviço, destinada a influenciar o comportamento da rede em caso de defeito à terra.

A rede geral de terras será do tipo terra única, constituída por um circuito de instalação subterrânea e por um circuito de instalação à superfície, ligados entre si, com valor de resistência inferior a 1 Ω.

Foi realizado estudo em software certificado ETAP, cujos cálculos fazem parte integrante do presente documento.

16. Rede de MT

Será efetuada uma infraestrutura constituída por valas ou linha aérea de forma a garantir uma perfeita instalação do circuito de média tensão entre a subestação e os parques produtores de eletricidade que fazem parte do projeto.

Nota: A ligação entre a Central Fotovoltaica Flutuante e a Subestação é efetuada por uma linha aérea 30kV. O processo desta linha será alvo de outro processo.

17. Características Gerais das Redes Elétricas

A subestação encontrar-se-á integrada na rede elétrica da RESP (Rede Elétrica de Serviço Público), cujas características principais estão enumeradas no quadro seguinte:

Alimentação principal 60kV para a Subestação

CARATERÍSTICAS	UN	REDE DE 60 kV
Número de Fases		3
Tensão Nominal	kV	60
Tensão Estipulada	kV	72,5
Valor Eficaz da Corrente Estipulada de Curta Duração (3 seg)	kA	25
Valor de Pico da Corrente Estipulada de Curta Duração	kA	63
Frequência Nominal	Hz	50
Regime de Neutro		Direta à terra na REN
Sequência de Fases		Direta

Rede de 30kV do Parque

CARATERÍSTICAS	UN	REDE DE 30 kV
Número de Fases		3
Tensão Nominal	kV	30
Tensão Estipulada	kV	36
Valor Eficaz da Corrente Estipulada de Curta Duração (1 seg)	kA	3
Valor de Pico da Corrente Estipulada de Curta Duração	kA	40
Frequência Nominal	Hz	50
Regime de Neutro		Impedante
Sequência de Fases		Direta

18. Níveis de Isolamento Estipulados

Os níveis de isolamento nominais da aparelhagem, e restantes partes sob tensão, de AT e MT, são os que se indicam no quadro seguinte:

Tensão Mais Elevada da Rede kV (valor eficaz)	Valor Estipulada de Tensão Suportável à Frequência Industrial (durante 1 minuto) kV (valor eficaz)	Valor Estipulada de Tensão Suportável ao Choque Atmosférico kV (valor de crista)
72,5	140	325
36	70	170

Por sua vez, todos os equipamentos de BT deverão possuir um nível de isolamento de forma a suportarem uma tensão, à frequência industrial e durante 1 minuto, em valor eficaz de 2 kV, à terra, entre polos e entre terminais e, de 1 kV sobre a distância de abertura dos contatos.

19. Intensidades de Correntes Estipuladas dos Painéis AT e MT

As intensidades de correntes estipuladas para os painéis e barramentos de AT e de MT são as indicadas nos quadros seguintes:

Painéis AT	Corrente estipulada (A)
Linha / Transf. Potência MT/AT	200

Painéis MT	Corrente estipulada (A)
	30 kV
Barramento	630
Saída Transf. Potência MT/AT	630
Transf. Serviços Auxiliares	200
Entrada	400
Contagem	200

20. Construção Civil

O presente projeto da subestação MT/AT, na área da Construção Civil, tem em vista dar resposta às necessidades de uniformização e padronização que permitam criar soluções de boa qualidade técnica num espaço reduzido, com custos equilibrados.

As soluções construtivas adotadas têm características semelhantes, nomeadamente no que se refere às peças de betão armado dos maciços e caleiras, das drenagens, das vedações e do edifício de comando.

Em cada solução existe um conjunto de trabalhos definido que a caracterizam e se denominam infraestruturas comuns. São compostos pelo edifício de comando, pelas vedações, pelas drenagens, por algumas caleiras e maciços e pelas redes subterrâneas de cabos.

As infraestruturas do painel são constituídas essencialmente por maciços e caleiras de betão e aplicação de tubagens de modo a poder instalar as estruturas e ligar os equipamentos eletromecânicos da subestação.

As soluções relativas ao nível de tensão de 30/60 kV são iguais, no que se refere aos elementos das infraestruturas comuns e do edifício.

A proteger todo o perímetro exterior do parque está prevista a construção de uma vedação metálica assente sobre um murete de betão armado.

20.1. Parque Exterior de Aparelhagem

O presente projeto é composto, como já foi referido, por uma área de parque exterior onde serão instalados:

- os maciços de betão armado para suporte das estruturas metálicas,
- as caleiras para passagem dos cabos de potência e comando e controlo,
- as caixas de visita dos cabos de MT, BT e de terras,
- as redes de terras,
- as redes de drenagem pluviais.

Está prevista a saída e entrada de cabos no edifício de comando, as quais serão asseguradas por tubos e caleiras.

Em todo o perímetro do parque está prevista a execução duma vedação composta por um murete de betão armado e por uma rede de malha eletrossoldada sustentada por postes metálicos adequadamente espaçados. Dispondo de portões, portas e painéis.

Na área onde se encontra instalado o equipamento exterior está prevista a aplicação de brita sobre uma tela de polietileno perfurada que se destina a dificultar o crescimento de espécies vegetais.

No parque exterior de aparelhagem está prevista a instalação de uma rede de drenagem de águas pluviais que ligará ao local mais adequado ao encaminhamento das águas. A esta rede ligam também as drenagens das caleiras, caixas e tubos de queda do edifício.

20.2. Edifícios de Comando

Os edifícios de comandos destinados a alojar no seu interior todo o equipamento serão de construção pré-fabricada de betão armado, terá as dimensões para albergar todo o equipamento necessário em perfeitas condições de instalação e de segurança.

A base do edifício será de betão armado com uma malha equipotencial.

Os edifícios estarão construídos de tal modo que, uma vez instalados, o seu interior seja uma superfície equipotencial.

Todas as varetas metálicas embebidas no betão que constituem a armadura do sistema equipotencial, estarão unidas entre si mediante soldaduras elétricas. As ligações entre varetas metálicas pertencentes a diferentes elementos, efetuar-se-ão de forma que se consiga a equipotencialidade entre estas.

Nenhum elemento metálico unido ao sistema equipotencial deverá ser acessível do exterior dos edifícios, exceto as peças que inseridas no betão sejam destinadas à união das paredes e cobertura.

Cada peça que compõe os edifícios deverá dispor de dois pontos metálicos, os mais separados entre si e, facilmente acessíveis, para poder comprovar a continuidade elétrica da armadura. Todas as peças contíguas estarão unidas eletricamente entre si. A continuidade elétrica poderá conseguir-se mediante os elementos mecânicos da montagem do conjunto.

Todos os elementos metálicos dos edifícios que estão expostos ao ar serão resistentes à corrosão pela sua própria natureza, levando o tratamento protetor adequado.

21. Proteção do Meio Ambiente

Identificam-se em seguida aspetos diretamente relacionados com o funcionamento de uma subestação e que são suscetíveis de provocar impactos ambientais negativos, expondo a sua probabilidade de ocorrência (quando aplicável), magnitude e ações de minimização habitualmente praticadas.

Os riscos que uma subestação poderá representar para o meio ambiente são essencialmente:

- Campos eletromagnéticos;
- Efeito de coroa;
- Fuga de hexafluoreto de enxofre (SF6) para a atmosfera;
- Derrame de óleo de Transformadores ou Reactância;
- Ruído Acústico ambiente;
- Gestão de resíduos.

21.1 Campos Elétricos e Magnéticos

Campos eletromagnéticos

A Portaria nº. 1421/2004 de 23 de Novembro transpõe para a Legislação Portuguesa o quadro de restrições básicas e de níveis de referência relativos à exposição do público em geral aos campos eletromagnéticos, constante da Recomendação do Conselho da União Europeia nº. 1999/519/CE de 12 de Julho de 1999, a qual, por sua vez, se baseia na transcrição parcelar do documento “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)” da ICNIRP-International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection.

As recomendações apontam os valores máximos de 5 kV/m (rms) e 100 µT (rms) para os campos elétrico e magnético a que o público em geral poderá estar permanentemente exposto.

Na vizinhança imediata da subestação, os campos eletromagnéticos à frequência industrial a que o público em geral poderá estar exposto serão originados essencialmente pela linha aérea que amarra no pórtico.

Com base em análises comparativas com cálculos teóricos e medições efetuadas em linhas similares de todo o mundo, pode concluir-se que os valores dos campos sob qualquer linha da REN, de qualquer nível de tensão, se encontram abaixo dos limites referidos.

A subestação, por constituir áreas integralmente vedadas, cujo acesso está exclusivamente condicionado a pessoal devidamente qualificado, não permite o acesso do público em geral ao seu interior, pelo que este tipo de infraestrutura não se enquadra no âmbito de aplicação da referida Portaria.

Efeito de coroa

Este fenómeno consiste na ocorrência de descargas intermitentes no seio do ar ionizado, provocadas pela presença de campo elétrico intenso na vizinhança dos condutores de alta tensão. Manifesta-se pela presença de uma luminescência de fraca intensidade, ruído audível característico de natureza crepitante e interferências radioelétricas, sendo responsável ainda por perdas de energia e formação de ozono.

O dimensionamento do número e secção de condutores a utilizar nas ligações AT procurará sempre minimizar este efeito. No entanto, a sua intensidade depende fortemente das condições ambientais, sendo proporcional à percentagem de humidade. Refira-se que o envelhecimento dos condutores favorece a redução do efeito de coroa.

21.2 Derrame de Óleo dos Transformadores de Potência ou Reatâncias

A quantidade de óleo presente no Transformador será de aproximadamente 9.000 Kg. A ocorrência de derrame de óleo apenas terá significado relevante em caso de ocorrer uma avaria grave (e pouco provável) em qualquer das referidas máquinas.

No caso das máquinas a instalar na Subestação, elas serão instaladas de acordo com as atuais práticas em uso, sobre maciços apropriados, dotados de um sistema de recolha periférica do óleo, o qual, em caso de derrame, será drenado, por gravidade, para um adequado depósito subterrâneo de retenção de óleos, o qual terá capacidade para a recolha do volume de óleo contido na maior das máquinas instaladas.

21.3 Pressão Acústica Produzida pelos Transformadores de Potência

Ruído Acústico ambiente

Para além do ruído associado ao efeito de coroa, a outra origem de ruído inerente à subestação reside no funcionamento das unidades de transformação. Nestas, as fontes de ruído identificadas provêm do funcionamento, não contínuo, dos ventiladores dos permutadores de calor óleo-ar e, de modo contínuo, dos núcleos magnéticos dos transformadores, o qual apresenta componentes tonais em frequências múltiplas da frequência nominal da rede (50 Hz). Para o Transformador de Potência da SE, o valor de referência para o nível de pressão acústica é de 62 dB.

No que respeita ao ruído percetível nas áreas envolventes da subestação, será elaborado, no âmbito do Projeto de Construção Civil, um Estudo do Condicionamento Acústico da Subestação, de modo a garantir os limites legalmente definidos no Regime Legal sobre Poluição Sonora instituído pelo Decreto-Lei nº 292/2000 de 14 de Novembro. Neste

Estudo é incluído um Mapa de Ruído, a partir do qual serão definidas, se for caso disso, as medidas a adotar de modo a serem cumpridos os requisitos legais.

21.4 Manipulação de SF6

Fuga de Hexafluoreto de enxofre (SF6)

A fuga incontrolável de SF6 para a atmosfera ocorrerá apenas em caso de um incidente envolvendo o esvaziamento de um compartimento da instalação blindada na sequência de um defeito muito grave com rotura do disco de segurança, situação em que, apesar de tudo, a massa de gás envolvida é reduzida.

Qualquer operação de esvaziamento será sempre realizada de forma controlada para um depósito de trasfega apropriado, com vista ao posterior tratamento do gás.

21.5 Gestão de Resíduos

Deverá ser elaborado um Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, este plano será obrigatoriamente revisto e adaptado na fase inicial de construção.

22. Segurança e Saúde

Será elaborado um "Plano de Segurança e Saúde" (PSS), conforme legislação em vigor aplicável. O referido PSS identificará os riscos inerentes à especificidade dos trabalhos a executar, quer de construção civil, quer de montagem elétrica e mecânica. O documento reunirá informação relevante em matéria de Segurança e Saúde que se mostre adequada à redução do risco de ocorrência de acidentes, identificando os riscos inerentes ao desenvolvimento das diversas atividades e propondo soluções que os eliminem ou minimizem.

Os riscos mais relevantes estão relacionados com o desenvolvimento de atividades em obras de construção civil e em obras de instalação elétrica, nomeadamente:

Construção civil:

- Movimentos de terras de escavação e aterro na fase de terraplenagem;
- Movimentos de terras de escavação e aterro para construção de maciços e de outros elementos de fundação, de caleiras e de valas para a rede de terras, drenagens, etc.;
- Trabalhos em altura, nomeadamente na construção do edifício de comando, dos muros pára-fogos e na montagem de estruturas metálicas;
- Transportes dentro e fora do espaço onde se desenvolve a obra.

Instalação elétrica:

- Atividades desenvolvidas dentro do estaleiro;
- Montagem dos aparelhos;
- Execução de ligações tendidas e rígidas;
- Passagem e ligações de cabos;

- Ensaios finais do equipamento que podem envolver, também, riscos de eletrocussão;
- Transportes dentro e fora do espaço onde se desenvolve a obra, nomeadamente o transporte do transformador de potência.

23. Qualidade

Na realização deste projeto e construção desta instalação foram e serão observadas quer as normas nacionais e internacionais (CEI) de âmbito eletrotécnico.

ANEXOS

CAPÍTULO IV

1. Especificações Técnicas

a) Seccionador
b) Disjuntor
c) Descarregadores de sobretensão (DST´s)
d) Transformadores de corrente (TI´s)
e) Transformadores de tensão (TT´s)
f) Transformador de Serviços Auxiliares (TSA)
g) Transformador de Potência (TP)
h) Quadro de Média Tensão (QMT)
i) Reatância de Neutro (RN)
j) Painel PV (PV)
k) Inversor Fotovoltaico (INV)

2. Cálculos

- 02-4-IE-PE-301-B – Estudo Icc (Curto-Circuito) – Solar
- 02-4-IE-PE-302-B – Estudo Fluxo de Carga – Solar
- 02-4-IE-PE-303-B – Estudo Icc (Curto-Circuito) – Eólico
- 02-4-IE-PE-304-B – Estudo Fluxo de Carga – Eólico
- 02-4-IE-PE-305-A – Cálculos BT 400Vca
- 02-4-IE-PE-306-A – Cálculos BT 110Vcc
- 02-4-IE-PE-307-A – Estudo Cabo do TP Até QMT Cela 1
- 02-4-IE-PE-308-A – Estudo Cabo do QMT Até TSA
- 02-4-IE-PE-309-B – Estudo Icc (Curto-Circuito) Monofásico – Solar
- 02-4-IE-PE-310-B – Estudo Icc (Curto-Circuito) Monofásico – Eólico
- 02-4-IE-PE-311-A – Estudo Fluxo de Carga DC – Solar
- 02-4-IE-PE-312-A – Estudo Cabo Entre Painéis PV – Solar
- 02-4-IE-PE-313-A – Estudo Cabo entre Strings e Inversor – Solar
- 02-4-IE-PE-701-B – Relatório Estudo Icc (Curto-Circuito) – Solar
- 02-4-IE-PE-702-B – Relatório Estudo Fluxo de Carga – Solar
- 02-4-IE-PE-703-A – Relatório Estudo Icc (Curto-Circuito) – Eólico
- 02-4-IE-PE-704-A – Relatório Estudo Fluxo de Carga – Eólico
- 02-4-IE-PE-705-A – Relatório Estudo Malha de Terras
- 02-4-IE-PE-706-B – Relatório Estudo Icc (Curto-Circuito) Monofásico – Solar
- 02-4-IE-PE-707-A – Relatório Estudo Icc (Curto-Circuito) Monofásico – Eólico
- 02-4-IE-PE-708-A – Relatório Simulação PVsyst
- 02-4-IE-PE-709-A – Relatório Estudo Fluxo de Carga DC - Solar

3. Peças Desenhadas

- 02-4-IE-PD-001-B – *Subestação Paradela 60/30kV* - Planta de Localização
- 02-4-IE-PD-100-B – *Subestação Paradela 60/30kV* – Esquema Geral Simplificado – Corrente Alternada
- 02-4-IE-PD-101-B – *Parque Solar Paradela* – Esquema Geral Simplificado – Corrente Contínua

- 02-4-IE-PD-102-B – *Subestação Paradela 60/30kV* – Esquema Simplificado da Interligação entre Centros Eletroprodutores e a SE
- 02-4-IE-PD-200-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação da Subestação – Planta Geral e Corte
- 02-4-IE-PD-300-A – *Parque Eólico SE Paradela* – Infraestruturas para Rede de Média Tensão – Planta de Implantação
- 02-4-IE-PD-301-A - *Parque Eólico SE Paradela* – Infraestruturas para Rede de Média Tensão – Planta de Parcelar 01 – Perfil Esquemático
- 02-4-IE-PD-302-A - *Parque Eólico SE Paradela* – Infraestruturas para Rede de Média Tensão – Planta de Parcelar 02 a 04 – Perfil Esquemático
- 02-4-IE-PD-303-A - *Parque Eólico SE Paradela* – Infraestruturas para Rede de Média Tensão – Planta de Parcelar 05 – Valas Comuns entre Projetos e Perfil Esquemático
- 02-4-IE-PD-305-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação de Circuitos de Média Tensão
- 02-4-IE-PD-320-B - *Parque Solar Paradela* – Planta de Localização
- 02-4-IE-PD-321-B - *Parque Solar Paradela* – Esquema Princípio – Implantação de Plataformas
- 02-4-IE-PD-322-B - *Parque Solar Paradela* – Esquema Princípio de Instalação em 3D
- 02-4-IE-PD-323-A - *Parque Solar Paradela* – Cortes
- 02-4-IE-PD-324-A – *Parque Solar Paradela* – Esq. Prin. de Caixa de Visita Recepção de Cabos
- 02-4-IE-PD-325-A - *Parque Solar Paradela* – Esquema Princípio Montagem dos Módulos e Plataforma
- 02-4-IE-PD-400-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação de Equipamentos de Baixa Tensão
- 02-4-IE-PD-401-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação de Circuitos de Baixa Tensão de Corrente Alternada 400/230Vac Normal e Soc.
- 02-4-IE-PD-402-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação de Circuitos de Baixa Tensão de Corrente Contínua 110Vcc
- 02-4-IE-PD-403-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação da Iluminação Exterior, Normal e Emergência
- 02-4-IE-PD-404-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação de Tomadas de Uso Geral
- 02-4-IE-PD-500-A - *Subestação Paradela 60/30kV* – Rede Geral de Terras – Planta e Pormenores
- 02-4-IE-PD-501-A - *Subestação Paradela 60/30kV* – Diagrama de Terras Interiores
- 02-4-IE-PD-502-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Implantação da Proteção Contra Descargas Atmosféricas
- 02-4-IE-PD-600-A - *Subestação Paradela 60/30kV* – Esquema Unifilar da Subestação
- 02-4-IE-PD-601-A - *Subestação Paradela 60/30kV* – Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada 400/230Vca Normal e Socorrido – Edif. Comando SE (04-QSACA-400-01)
- 02-4-IE-PD-602-A - *Subestação Paradela 60/30kV* – Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua de 110Vcc – Edifício de Comando da Subestação (04-QSACC-110-01)
- 02-4-IE-PD-603-A - *Subestação Paradela 60/30kV* – Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada 400/230Vca Normal e Socorrido – Edif. Comando da Central (06-QSACA-400-02)
- 02-4-IE-PD-604-A - *Subestação Paradela 60/30kV* – Quadro de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua de 110Vcc – Edifício de Comando da Central (06-QSACC-110-02)
- 02-4-IE-PD-900-A - *Parque Eólico SE Paradela* – Implantação dos Aerogeradores

- 02-4-SG-PD-001-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Segurança Contra Incêndios
- 02-4-SG-PD-100-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Extinção de Incêndios – Rede de Extintores Portátil
- 02-4-SG-PD-200-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Iluminação de Emergência
- 02-4-SG-PD-300-B - *Subestação Paradela 60/30kV* – Sinalização de Segurança
- 02-4-SG-PD-500-B – *Subestação Paradela 60/30kV* – Sistema Automático de Deteção de Incêndio

Vagos, 12 de Abril de 2024

O TÉCNICO PROJETISTA

Assinado por: **RUI MANUEL DA MOTA ALVES**
Num. de Identificação: 10417894
Data: 2024.04.18 17:34:55+01'00'

Rui Manuel da Mota Alves
(OET N.º 15419 e DGEG N.º 32304)
Eng.º Eletrotécnico

CARTÃO DE CIDADÃO

COLABOROU NO PROJETO

Assinado por: **JOSÉ FRANCISCO LEITÃO AMARAL**
Num. de Identificação: 14866112
Data: 2024.04.18 16:54:56+01'00'

José Francisco Leitão Amaral
(OE N.º 93455)
Eng.º Eletrotécnico

CARTÃO DE CIDADÃO