

CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Condutores e cabos com isolamento sólido extrudido

Protocolo de ensaios de comissionamento de novos circuitos MT/AT

Elaboração: DMN, DTI

Homologação: conforme despacho do CA de 2016-11-09

Edição: 1ª.

Acesso: **Livre**

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	3
1	OBJECTO.....	3
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	3
3	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
4	TERMOS E DEFINIÇÕES	4
5	ABREVIATURAS	5
6	ENSAIOS A REALIZAR E CONDIÇÕES APLICÁVEIS.....	5
7	PROCEDIMENTO DE ENSAIOS	6
7.1	Generalidades	6
7.2	Ensaio de tensão contínua da bainha exterior.....	7
7.3	Medição da resistência elétrica da blindagem.....	8
7.4	Medição da capacidade e da tangente de delta a 0,1 Hz	9
7.5	Medição das Descargas parciais a 0,1 Hz	10
7.6	Ensaio de tensão alternada sobre a isolação	11
8	DOCUMENTAÇÃO	13
	ANEXO A – CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS DE ENSAIO	14
	ANEXO B – LISTA DE ENSAIOS A REALIZAR	16
	ANEXO C – FICHA REQUISIÇÃO DE ENSAIOS COMISSIONAMENTO.....	18
	ANEXO D – INFORMAÇÃO A INCLUIR NO RELATÓRIO DE ENSAIOS	19

0 INTRODUÇÃO

O presente documento surge da necessidade de garantir a qualidade da condição técnica de novos circuitos ou troços das redes subterrâneas de AT/MT, antes da sua entrada em serviço.

Por forma a garantir essa qualidade é necessário definir ensaios a que os cabos subterrâneos, quer sejam de AT ou MT, devem estar sujeitos aquando do Processo de Comissionamento, quer sejam de obras de iniciativa interna ou externa.

A não realização dos ensaios definidos neste documento poderá condicionar, no ato do comissionamento, a entrada em exploração do novo circuito/troço.

1 OBJECTO

O presente documento destina-se a definir os ensaios elétricos e os seus procedimentos, a realizar a circuitos ou troços de circuitos subterrâneos AT ou MT novos, constituídos por cabos de isolamento sólida extrudida, antes da sua entrada em serviço na rede da EDP Distribuição.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Este procedimento aplica-se a todos os circuitos/troços subterrâneos novos, constituídos por cabos MT ou AT cujas características se encontram definidas, respetivamente, no DMA-C33-251/N e DMA-C33-281/N. Este procedimento deve ser executado aquando da entrada em serviço do referido circuito/troço, imediatamente depois da sua instalação e antes da sua ligação à rede. Quando um troço de circuito novo é ligado a um circuito já existente, este procedimento apenas é aplicável ao circuito existente no caso de este se encontrar instalado há menos de um ano.

A tensão estipulada dos cabos MT e AT que constituem os circuitos alvo de ensaio, é dada pela combinação dos valores U_0 , U e U_m , sob a forma $U_0/U(U_m)$, onde:

- U_0 é a tensão estipulada à frequência industrial entre o condutor e a blindagem;
- U é a tensão estipulada à frequência industrial entre dois condutores;
- U_m é o valor máximo da “tensão mais elevada da rede”.

No caso dos cabos MT e AT utilizados nas redes da EDP Distribuição, a tensão estipulada apresenta-se no quadro 1 seguinte.

Quadro 1
Tensão estipulada dos cabos MT e AT utilizados.

Tensão nominal da rede (kV)	Tensão estipulada dos cabos		
	U_0 (kV)	U (kV)	U_m (kV)
10	6	10	12
15	8,7	15	17,5
30	18	30	36
60	36	60	72,5

Os requisitos particulares de realização dos ensaios encontram-se definidos na secção 6 seguinte.

No caso de instalações que irão ser cedidas à EDP Distribuição para exploração, as medições e ensaios definidos neste documento deverão ser executados por técnicos creditados pela EDP Distribuição e/ou na presença de um representante da mesma.

A EDP Distribuição reserva o direito de apenas aceitar o circuito se este cumprir com o estipulado no presente documento.

3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento foi baseado em outros documentos que se encontram listados abaixo, com indicação das respetivas datas de edição.

IEC 60060-1	2010	High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements
DMA-C33-251/N	-	Condutores isolados e seus acessórios para redes – Cabos isolados de média tensão. Características e ensaios
DMA-C33-281/N	-	Condutores isolados e seus acessórios para redes – Cabos isolados de alta tensão. Características e ensaios
IEC 60502-2	2014	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltage from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
IEC 60228	2004	Conductors of insulated cables
IEC 60229	2007	Electric cables – Tests on extruded oversheath with a special protective function
IEC 60840	2011	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Test methods and requirements
HD 620 S2	2010	Distribution cables with extruded insulation for rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to and including 20,8/36 (42) kV
UNE 211006	2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna
IEEE Std 400	2012	IEEE Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems Rated 5 kV and Above
IEEE Std 400.2	2013	IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF)(less than 1 Hz)
IEEE Std 400.3	2006	IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment
ET/RD-DR-00008	Ed1	Ensaio antes da entrada em serviço de linhas elétricas com condutores isolados com blindagem e de BT
Kema Course Power Cable	-	Manual do curso (Lisboa, de 31 janeiro a 4 fevereiro de 2005)

4 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento são aplicáveis as definições constantes do Vocabulário Eletrotécnico Internacional (VEI) na parte que se refere aos condutores e cabos elétricos (IEC 60050-461).

5 ABREVIATURAS

No presente documento são usadas as seguintes abreviaturas:

FSE	-	Fornecedores de serviços externos
VEI	-	Vocabulário Eletrotécnico Internacional
AT	-	Alta Tensão
MT	-	Média Tensão
DC	-	Tensão contínua
DP's(X)	-	Descargas parciais medidas à frequência de 0,1 Hz e com tensão X
tgδ (X)	-	Tangente de delta medida à frequência de 0,1 Hz e com tensão X
PT	-	Posto de Transformação
PTC	-	Posto de Transformação de Cliente
PTS	-	Posto de Transformação e Secionamento
SE	-	Subestação de Distribuição
L	-	Comprimento do circuito

6 ENSAIOS A REALIZAR E CONDIÇÕES APLICÁVEIS

Os ensaios a realizar são dependentes das características do circuito, nomeadamente, o nível de tensão, o comprimento e os tipos de acessórios incorporados no mesmo.

Para os cabos MT, os ensaios geralmente preconizados para realizar após a instalação do circuito e, definidos na secção 7 do presente documento, são:

- Ensaio de tensão contínua (DC) da bainha exterior;
- Medição da resistência elétrica da blindagem (quando existem junções);
- Medição da Capacidade (C) e tangente de delta (tg δ) do circuito, com tensão alternada sinusoidal à frequência de 0,1 Hz;
- Medição das descargas parciais (DP) do circuito, com tensão alternada sinusoidal à frequência de 0,1 Hz;
- Ensaio de tensão alternada sinusoidal sobre isolamento.

Em relação aos cabos AT, os ensaios são:

- Ensaio de tensão contínua (DC) da bainha exterior;
- Medição da resistência elétrica da blindagem (quando existem junções);
- Ensaio de tensão alternada sinusoidal sobre isolamento.

Os ensaios aplicáveis a cada tipo de circuito, com base nas suas características, encontram-se definidos nos quadros 2 e 3 seguintes.

Quadro 2
Ensaio a realizar em circuitos MT

Circuito MT	Comprimento (m)	Ensaio a realizar				
		DC da bainha exterior ³⁾	AC sobre isolamento	Resistência elétrica da blindagem	Capacidade e tg δ	Descargas parciais
Com Acessórios	≤ 100	X	X	X ¹⁾	-	-
	$100 < L \leq 3000$	X	X ²⁾	X ¹⁾	X	X
	≥ 3000	X	X	X	X	-

1) Ensaio a realizar apenas se existirem junções no circuito.
 2) Ensaio a realizar sempre que não for possível realizar o ensaio de descargas parciais.
 3) Ensaio não aplicável a cabos ignífugos.

Quadro 3
Ensaio a realizar em circuitos AT

Circuito AT	Comprimento (m)	Ensaio a realizar		
		DC da bainha exterior	AC sobre isolamento	Resistência elétrica da blindagem
Com Acessórios	Qualquer	X	X	X ¹⁾

1) Ensaio a realizar apenas se existirem junções no circuito.

O resumo de todas as medições, ensaios e verificações a realizar nos ensaios dos circuitos subterrâneos AT e MT novos, incluindo condicionantes e requisitos, apresenta-se no anexo B.

7 PROCEDIMENTO DE ENSAIOS

7.1 Generalidades

Todos os circuitos AT e MT novos, ou com menos de um ano em serviço, alvo deste procedimento, devem ser sujeitos aos ensaios definidos nesta secção, de acordo com o apresentado nos quadros 2 e 3.

Para a realização dos ensaios, é necessário que os acessórios instalados estejam à temperatura ambiente, ou seja, nas suas condições normais de serviço.

Nota: Sempre que aplicável, o tempo de espera necessário após a execução do acessório vem indicado nas instruções de montagem do mesmo.

Aquando da realização dos ensaios definidos nas secções 7.4, 7.5 e 7.6, devem ser garantidas as distâncias de isolamento mínimas entre os cabos do circuito em ensaio e a restante instalação. As distâncias de isolamento apresentam-se no quadro 4 seguinte.

Quadro 5
Tensão contínua a utilizar no ensaio das bainhas para os vários cabos normalizados

Designação Cabo	Espessura mínima bainha (mm)	Tensão de ensaio (kV _{DC})
LXHIOZ1 (be) 1x120/16 6/10(12) kV	1,8	7,2
LXHIOZ1 (be) 1x240/16 6/10(12) kV	2	8
LXHIOZ1 (cbe) 1x240/16 6/10(12) kV		
LXHIOZ1 (be) 1x120/16 8,7/15(17,5) kV	1,9	7,6
LXHIOZ1 (cbe) 1x120/16 8,7/15(17,5) kV		
LXHIOZ1 (be) 1x240/16 8,7/15(17,5) kV	2,1	8,4
LXHIOZ1 (cbe) 1x240/16 8,7/15(17,5) kV		
LXHIOZ1 (be) 1x120/16 18/30(36) kV	2,1	8,4
LXHIOZ1 (cbe) 1x120/16 18/30(36) kV		
LXHIOZ1 (be) 1x240/16 18/30(36) kV	2,3	9,2
LXHIOZ1 (cbe) 1x240/16 18/30(36) kV		
LXHIOLE (cbe) 1x185/135 36/60(72,5) kV	3	10
LXHIOLE (cbe) 1x400/135 36/60(72,5) kV		
LXHIOLE (cbe) 1x630/135 36/60(72,5) kV		
LXHIOLE (cbe) 1x1000/135 36/60(72,5) kV		

O resultado está conforme se não ocorrer, em qualquer momento do ensaio, perfuração da bainha exterior.

7.3 Medição da resistência elétrica da blindagem

A finalidade deste ensaio é a de verificar que, quando existem junções, está garantida a continuidade da blindagem ao longo de todo o circuito e de que o seu valor se encontra dentro de parâmetros aceitáveis, não indiciando qualquer problema no circuito.

Este ensaio, efetuado com tensão contínua, deve ser executado em todos os circuitos subterrâneos novos ou troços de circuito ligados a circuitos com menos de um ano em serviço e que incluam junções.

As blindagens dos cabos deverão ser, num dos extremos do circuito, ligadas entre si e isoladas da terra. Esta ligação deverá ser feita de modo a evitar quedas de tensão adicionais no circuito.

No outro extremo das blindagens deverá ligar-se, sequencialmente, o equipamento de medição da resistência entre cada um dos pares possíveis de blindagens.

O valor da corrente mínima a circular nas blindagens deverá ser:

10 mA - Para circuitos com comprimentos inferiores ou iguais a 1000 m.

1 mA - Para circuitos com comprimentos superiores a 1000 m.

Os resultados das três medições, **R_A** (medição entre as fases L₁ e L₂), **R_B** (medição entre as fases L₂ e L₃), e **R_C** (medição entre as fases L₃ e L₁), permitirão calcular o valor da resistência das blindagens de cada uma das fases, de acordo com as expressões:

$$R_{L1} = (R_A + R_C - R_B) / 2$$

$$R_{L2} = (R_B + R_A - R_C) / 2$$

$$R_{L3} = (R_B + R_C - R_A) / 2$$

Os valores obtidos para R_{L1} , R_{L2} e R_{L3} devem depois ser transformados para o formato Ω/km , dividindo o valor obtido pelo comprimento total do circuito (L) em quilómetros (km). O comprimento do circuito é o indicado pela EDP Distribuição, Promotor ou FSE.

O circuito estará conforme se cumprir os critérios presentes no quadro 6 seguinte.

Quadro 6
Critérios de aceitação da resistência elétrica da blindagem

Tipo de circuito	Critério de aceitação
Circuito MT	$R_{L1}, R_{L2} \text{ e } R_{L3} \leq 1,19 \Omega/\text{km}$ $0,85 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3 \leq R_{L1}$ $R_{L2} \text{ e } R_{L3} \leq 1,15 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3$
Circuito AT	$R_{L1}, R_{L2} \text{ e } R_{L3} \leq 0,16 \Omega/\text{km}$ $0,85 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3 \leq R_{L1}$ $R_{L2} \text{ e } R_{L3} \leq 1,15 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3$

7.4 Medição da capacidade e da tangente de delta a 0,1 Hz

Este ensaio, cuja finalidade é caracterizar as perdas dielétricas do circuito, deve ser realizado sobre as três fases de todos os circuitos MT novos, imediatamente após a sua instalação, sempre que apresentem um comprimento total (L) superior a 100 metros.

Este ensaio deve ser realizado com o circuito completo e, portanto, com todos os acessórios necessários instalados.

Nota: Apenas se admite a realização do ensaio sem terminações instaladas quando o planeamento/condições assim o exigirem.

Para que se possa realizar o ensaio devem ser garantidas as seguintes condições:

- As duas extremidades do cabo em ensaio deverão estar desligadas do circuito;
- Os condutores não sujeitos a ensaio deverão ser ligados à terra, pelo menos, numa das extremidades;
- As blindagens dos cabos deverão estar ligadas à terra, pelo menos, numa das extremidades;
- Devem ser tomadas, nos circuitos com terminações amovíveis, todas as medidas necessárias para evitar o aparecimento de descargas parciais no seu interior, nomeadamente através da utilização preferencial dos acessórios de ensaio das terminações amovíveis idênticas às instaladas no equipamento;
- As distâncias de isolamento indicadas na secção 7.1, entre as terminações e a terra;

Nota 1: Nas situações em que não é possível garantir as distâncias mínimas indicadas pode avaliar-se a utilização de isolações adicionais (mantas isolantes) entre as terminações e entre estas e a terra.

Nota 2: As extremidades do circuito em ensaio devem estar devidamente sinalizadas e/ou interditas de modo a evitar o contacto de qualquer pessoa com partes ativas em ensaio.

- As terminações deverão ter as superfícies exteriores limpas e secas.

Nota: Se necessário poder-se-á montar uma gola metálica no final da isolamento das terminações do cabo e ligá-la à terra, de modo a que as suas correntes superficiais não passem pelo sistema de medição de correntes do equipamento.

7.4.1 Tensões de ensaio

A medição da capacidade e $\text{tg } \delta$ do circuito deverá ser executada com uma tensão alternada sinusoidal, à frequência de 0,1 Hz, com amplitudes de U_0 e $2U_0$. Este ensaio deve ter apenas a duração necessária para garantir uma correta medição dos valores de capacidade e $\text{tg } \delta$.

7.4.2 Resultados do ensaio

Os critérios de aceitação deste ensaio apresentam-se no quadro 7 seguinte.

Quadro 7
Critérios de aceitação do ensaio de $\text{tg } \delta$ e da Capacidade do circuito

Critério 1	Critério 2
$\text{tg } \delta (2U_0) \leq 1,2 \times 10^{-3}$ $\text{tg } \delta (2U_0) - \text{tg } \delta (U_0) \leq 0,6 \times 10^{-3}$	$\text{tg } \delta (U_0) \leq (3,5 + 1,6n) / C$
1) <i>C</i> representa a capacidade do circuito em nF. 2) <i>n</i> representa o número de junções existentes no circuito.	

O circuito é considerado conforme se cumprir os requisitos definidos no Critério 1. No caso de os valores não cumprirem o estipulado neste critério, é necessária a utilização do Critério 2 para complementar a análise.

Os resultados obtidos permitem avaliar globalmente a qualidade e o estado da isolamento do circuito e servirão de referência para futuras medições.

Nota 1: A evolução da curva de capacidade e $\text{tg } \delta$ do circuito em função da tensão ($\text{tg } \delta = f(U)$ e $C = f(U)$ para $U = U_0$ e $2U_0$) fornece, normalmente, indícios do tipo de contaminante da isolamento do circuito.

Nota 2: Os valores obtidos para a $\text{tg } \delta$ quando o ensaio é realizado a uma frequência de 0,1 Hz não podem ser correlacionados com os valores obtidos com uma frequência de 50 Hz, daí o critério de aceitação ser diferente do definido na especificação técnica/norma internacional.

7.5 Medição das Descargas parciais a 0,1 Hz

Este ensaio tem como finalidade identificar e localizar defeitos no circuito devidos, normalmente, a erros na montagem dos cabos e acessórios que, a curto/médio prazo, poderão provocar defeitos na sua isolamento. Os resultados obtidos permitem avaliar a qualidade da montagem do circuito e servirão de referência para futuras medições.

Este ensaio deve ser realizado nas três fases de todos os circuitos MT novos, imediatamente após a sua instalação, sempre que apresentem um comprimento total (L) entre 100 e 3000 metros. No caso do comprimento do circuito estar fora do limite definido, ou quando o valor do ruído de fundo existente durante a execução do ensaio é superior a 100 pC, este ensaio deve ser substituído pelo ensaio especificado na secção 7.6 do presente documento.

Este ensaio deve ser realizado com o circuito completo e, portanto, com todos os acessórios necessários instalados.

Nota: Apenas se admite a realização do ensaio sem terminações instaladas quando o planeamento/condições assim o exigirem.

Para que se possa realizar o ensaio devem ser garantidas as seguintes condições:

- a) As duas extremidades do cabo em ensaio deverão estar desligadas do circuito;
- b) Os condutores não sujeitos a ensaio deverão ser ligados à terra, pelo menos, numa das extremidades;
- c) As blindagens dos cabos deverão estar ligadas à terra, pelo menos, numa das extremidades;

- d) Devem ser tomadas, nos circuitos com terminações amovíveis, todas as medidas necessárias para evitar o aparecimento de descargas parciais no seu interior, nomeadamente através da utilização preferencial dos acessórios de ensaio das terminações amovíveis idênticas às instaladas no equipamento;
- e) As terminações deverão ter as superfícies exteriores limpas e secas;
- f) Devem ser tomadas todas as medidas necessárias para reduzir ao máximo o ruído de fundo;
- g) As distâncias de isolamento, indicadas na secção 7.1, entre as terminações e a terra;

Nota 1: *Estas distâncias de isolamento garantem que não haverá escorvamentos às tensões de ensaio, não garantindo, no entanto, que não possam ocorrer nas terminações, principalmente para as tensões mais elevadas da rede, descargas parciais do tipo efeito de coroa.*

Nota 2: *As extremidades do circuito em ensaio devem estar devidamente sinalizadas e/ou interditas de modo a evitar o contacto de qualquer pessoa com partes ativas em ensaio.*

- h) Devem ser tomadas todas as medidas necessárias para reduzir a probabilidade de ocorrência do efeito de coroa nas terminações do circuito.

Nota: *A redução do efeito de coroa nas terminações passa, normalmente, por aumentar as distâncias entre si e em relação à terra e usar anéis de uniformização do campo elétrico. A utilização de isolações adicionais (mantas isolantes) entre as terminações e a terra, não é normalmente um meio eficaz de diminuir o efeito de coroa.*

7.5.1 Tensões de ensaio

A medição das descargas parciais do circuito deverá ser realizada com uma tensão alternada sinusoidal, frequência de 0,1 Hz, com amplitudes de U_0 e U . Este ensaio deve ter uma duração de, pelo menos, 10 segundos, de modo a permitir despistar descargas iniciais.

Na calibração do sistema de medição de descargas parciais deve ser utilizado o comprimento do circuito (L) fornecido pela EDP Distribuição, Promotor ou FSE. Se a velocidade de propagação no cabo estiver compreendida entre 78 m/ μ s e 84 m/ μ s, deve ser colocado nos registos de descargas parciais este comprimento do cabo. No entanto, caso a velocidade esteja fora dos limites indicados, deve ser colocado nos registos o comprimento do cabo resultante de uma velocidade de propagação de 80 m/ μ s.

7.5.2 Resultados do ensaio

Os resultados da medição das descargas parciais (localização dos pontos com descargas e, para cada um desses pontos, o número e amplitude média, em pC, das descargas registadas), para as duas amplitudes de tensão, devem constar do relatório de ensaios.

Quando não se detetam descargas num circuito e sempre que durante os ensaios o ruído de fundo foi superior a 100 pC, este ensaio não é conclusivo e, portanto, deve ser realizado o ensaio de tensão alternada sobre a isolação, como definido anteriormente.

As descargas parciais do tipo efeito de coroa que ocorram nas terminações não serão consideradas como defeito de isolamento e, por consequência, deverão ser excluídas da medição.

O circuito estará conforme se cumprir, simultaneamente, os dois seguintes critérios:

- a) $DP(U_0) < 10$ pC (ruído de fundo)
- b) $DP(U) < 100$ pC

7.6 Ensaio de tensão alternada sobre a isolação

Este ensaio deve ser realizado nas três fases de todos os circuitos MT e AT novos, imediatamente após a sua instalação, sempre que não se realize o ensaio especificado na secção 7.5 anterior.

Este ensaio deve ser realizado com o circuito completo e, portanto, com todos os acessórios necessários instalados.

Nota: Apenas se admite a realização do ensaio sem terminações instaladas quando o planeamento/condições assim o exigirem.

Para que se possa realizar o ensaio utilizando os métodos 1 ou 2, definidos nas secções 7.6.1 e 7.6.2 seguintes, devem ser garantidas as seguintes condições:

- a) As duas extremidades do cabo em ensaio deverão estar desligadas do circuito;
- b) Os condutores não sujeitos a ensaio deverão ser ligados à terra, pelo menos, numa das extremidades;
- c) As blindagens dos cabos deverão estar ligadas à terra, pelo menos, numa das extremidades;
- d) Devem ser tomadas todas as medidas necessárias, nos circuitos com terminações amovíveis, evitar o aparecimento de descargas parciais no seu interior, nomeadamente, utilizando preferencialmente, os acessórios de ensaio das terminações amovíveis idênticas às instaladas no equipamento;
- e) As distâncias de isolamento, indicadas na secção 7.1, entre as terminações e a terra;

Nota 1: Nas situações em que não é possível garantir as distâncias mínimas indicadas pode avaliar-se a utilização de isolações adicionais (mantas isolantes) entre as terminações e entre estas e a terra.

Nota 2: As extremidades do circuito em ensaio devem estar devidamente sinalizadas e/ou interditas de modo a evitar o contacto de qualquer pessoa com partes ativas em ensaio.

- f) As terminações deverão ter as superfícies exteriores limpas e secas.

Nota: Se necessário poder-se-á montar uma gola metálica no final da isolação das terminações do cabo e ligá-la à terra, de modo a que as suas correntes superficiais não passem pelo sistema de medição de correntes do equipamento.

Em relação à realização do ensaio utilizando o método 3 (ver secção 7.6.3), pode não ser necessário garantir as condições anteriores, se o mesmo for realizado utilizando a tensão da rede. Nesse caso deve ser garantido que o circuito está devidamente instalado e em condições de utilização normais.

Este ensaio tem como finalidade detetar defeitos no circuito devidos, normalmente, a erros na montagem dos cabos e acessórios que, a curto/médio prazo, poderão provocar defeitos na sua isolação. Os resultados obtidos permitem avaliar a qualidade da montagem do circuito.

Na execução deste ensaio pode ser utilizado qualquer um dos métodos abaixo descritos. No entanto, no caso de um circuito MT, recomenda-se a utilização de um dos métodos definidos na secção 7.6.1 ou 7.6.2 e no caso de um circuito AT deve ser utilizado o método definido na secção 7.6.3.

7.6.1 Método 1 – Ensaio a baixa frequência (0,1 Hz)

Aplicar entre cada um dos condutores e a blindagem uma tensão alternada sinusoidal com uma frequência de 0,1 Hz e com um valor eficaz de tensão igual a $3 U_0$, durante 15 minutos.

O resultado está conforme se não ocorrer, em qualquer momento do ensaio, perfuração da isolação.

7.6.2 Método 2 – Ensaio com sistema ressonante (20 a 300 Hz)

Aplicar entre cada um dos condutores e a blindagem uma tensão alternada sinusoidal, com uma frequência compreendida entre os 20 Hz e os 300 Hz, e um valor de tensão igual a U , durante 15 minutos.

O resultado está conforme se não ocorrer, em qualquer momento do ensaio, perfuração da isolação.

7.6.3 Método 3 – Ensaio à frequência industrial (50 Hz)

Aplicar entre cada um dos condutores e a blindagem uma tensão alternada sinusoidal, com uma frequência de 50 Hz, e um valor de tensão igual a U_0 , durante 24 horas.

O resultado está conforme se não ocorrer, em qualquer momento do ensaio, perfuração da isolação.

8 DOCUMENTAÇÃO

Aquando da requisição para realização dos ensaios de comissionamento a um circuito/troço de circuito MT ou AT novo, deve ser enviado para a entidade responsável pela realização dos ensaios a ficha presente no anexo C, totalmente preenchida.

Depois de realizados os ensaios, o respetivo relatório deve ser entregue ao responsável pela obra/requisitante dos ensaios ao circuito. Este relatório deve conter, pelo menos, a informação que se encontra indicada no anexo D.

ANEXO A

CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS DE ENSAIO

Quadro A1

Lista das características mínimas dos equipamentos de ensaio

Descrição do equipamento	Características a observar		
Equipamento de medição da tg δ e Capacidade	<ul style="list-style-type: none"> Tensão de ensaio Precisão (equipamento medição) Faixa de medição Resolução Carga Medição da carga 	-	36 kVac 1% $0,1 \times 10^{-3}$ a 1000×10^{-3} 1×10^{-4} > 10 nF
Equipamento de medição das descargas parciais	<ul style="list-style-type: none"> Tensão de ensaio Taxa de amostragem Precisão (localização) Faixa de medição Resolução Software tratamento sinal Medição em pC 	-	30kVac 10ns (100 MSamples/s) 1%(do comprimento do cabo) >10 pC $0,1$ pC ; $0,1$ m
Fonte de tensão alternada sinusoidal de 0,1 Hz	<ul style="list-style-type: none"> Tensão de saída Potência de saída Precisão (equipamento medição) Temperatura de operação Cabos de saída Disparo por máximo de intensidade Medição da corrente de saída Regulação contínua da tensão 	-	55 kVac 200 VA 1% (RMS) 10°C a 45°C 15 m
Fonte de tensão alternada de frequência variável (20 Hz a 200 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> Tensão de saída Capacidade de ensaio Regulação frequência Precisão (equipamento medição) Temperatura de operação Cabos de saída Regulação contínua da tensão Disparo por máximo de intensidade Medição da corrente de saída 	-	30 kVac 1 nF – 2 μF 20 – 200 Hz 1% (RMS) 10°C a 45°C 15 m

- Continua -

- Continuação do quadro A1 -

Descrição do equipamento	Características a observar		
Fonte de tensão contínua, variável.	<ul style="list-style-type: none"> • Tensão de saída • Potência de saída • Ripple • Precisão (equipamento medição) • Temperatura de operação • Regulação contínua da tensão • Disparo por máximo de intensidade • Medição da corrente de saída • Cabos de saída 	- - - - - - - - - -	10 kVdc 200 VA < 1% 1% (RMS) 10°C a 45°C
Medidor da resistência das blindagens	<ul style="list-style-type: none"> • Gama de medição • Corrente de saída • Precisão • Precisão (equipamento medição) • Temperatura de operação • Alimentação com bateria interna 	- - - - - -	0 a 20 Ω ≥ 1 mA < 1% 1% 10°C a 45°C

Nota: Neste quadro apresentam-se as características mínimas dos equipamentos para a realização de cada ensaio individualmente, no entanto, recomenda-se que o equipamento para a realização de ensaios de tensão alternada à frequência de 0,1 Hz (tg δ , descargas parciais e sobre a isolação) seja o mesmo, e portanto tenha características mínimas correspondentes ao mais exigente dos ensaios.

ANEXO B

LISTA DE ENSAIOS A REALIZAR

Quadro B1

Condições, características e requisitos dos ensaios a realizar a circuitos MT

Ensaio a realizar		Características do circuito		Conformidade/Resultado
Designação	Caracterização do ensaio	Acessórios	Comprimento (m)	
DC da Bainha	$U_{DC} = 4 \times e^1$ (máx 10 kV) $t = 60$ s	Com ou sem acessórios	Qualquer	Sem perfuração
Resistência Blindagem	$I > 10$ mA	Com junções	≤ 1000	$R_{L1}, R_{L2} \text{ e } R_{L3} \leq 1,19 \Omega/\text{km}$ $0,85 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3 \leq R_{L1}$ $R_{L2} \text{ e } R_{L3} \leq 1,15 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3$
	$I > 1$ mA		> 1000	
Tg δ e C	$U_{\text{ensaio}} = U_0 \text{ e } 2U_0$ $F = 0,1$ Hz	Com acessórios	> 100	$\text{tg } \delta (2U_0) \leq 1,2 \times 10^{-3}$ $\text{tg } \delta (2U_0) - \text{tg } \delta (U_0) \leq 0,6 \times 10^{-3}$ $\text{tg } \delta (U_0) \leq (3,5 + 1,6n^2) / C^3$
Descargas Parciais (DP)	$U_{\text{ensaio}} = U_0, U$ $F = 0,1$ Hz	Com acessórios	> 100 e ≤ 3000	$DP's (U_0) \leq 10$ pC $DP's (U) \leq 100$ pC
AC da Isolação	$U_{\text{ensaio}} = 3 U_0; F = 0,1$ Hz; $t = 15$ minutos	Com acessórios	≤ 100 e > 3000	Sem perfuração
	$U_{\text{ensaio}} = U; 20$ Hz $< F < 300$ Hz; $t = 15$ minutos			
	$U_{\text{ensaio}} = U_0, 50$ Hz, $t = 24$ horas			
1) Representa a espessura da bainha, em mm. 2) Representa o número de junções existentes em cada fase do circuito ($n = 0, 1, 2...$). 3) Representa a Capacidade do cabo, em nF.				

Quadro B2
Condições, características e requisitos dos ensaios a realizar a circuitos AT

Ensaio a realizar		Características do circuito		Conformidade/Resultado
Designação	Caracterização do ensaio	Acessórios	Comprimento (m)	
DC da Bainha	$U_{DC} = 4 \times e^{1)}$ (máx 10 kV) $t = 60$ s	Com ou sem acessórios	Qualquer	Sem perfuração
Resistência Blindagem	$I > 10$ mA	Com junções	≤ 1000	R_{L1}, R_{L2} e $R_{L3} \leq 0,16 \Omega/\text{km}$ $0,85 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3 \leq R_{L1}$ R_{L2} e $R_{L3} \leq 1,15 (R_{L1} + R_{L2} + R_{L3}) / 3$
	$I > 1$ mA		> 1000	
AC da Isolação	$U_{\text{ensaio}} = U_0$, 50 Hz, $t = 24$ horas	Com acessórios	≤ 100 e > 3000	Sem perfuração

1) Representa a espessura da bainha, em mm.

Nota 1: Deve ser considerado que as tensões estipuladas para os acessórios são iguais às estipuladas para os cabos com tensões nominais iguais.

Nota 2: A amplitude da tensão de ensaio indicada poderá, por limitações dos componentes do circuito ou da Rede onde este está inserido, ser reduzida, nomeadamente:

- a) Quando os valores da tensão de ensaio em tensão alternada, 0,1 Hz ou com frequência diferente dos 50 Hz, estipulado pelo fabricante das terminações do circuito, sejam inferiores ao valor indicado nos quadros B1 e B2. Neste caso a tensão de ensaio a usar deverá ser a indicada pelo fabricante dos acessórios.
- b) Quando os cabos não puderem ser desligados e os valores da tensão de ensaio em tensão alternada, 0,1 Hz ou com frequência diferente dos 50 Hz, estipulado pelo fabricante, dos armários de chegada dos cabos, sejam inferiores ao valor indicado nos quadros B1 e B2. Neste caso a tensão de ensaio deverá ser a indicada pelo fabricante dos armários de chegada dos cabos.

ANEXO C

FICHA REQUISIÇÃO DE ENSAIOS COMISSIONAMENTO

INFORMAÇÃO DO REQUISITANTE

Nome:

Contacto:

Direção/Departamento:

Data Pretendida Realização dos Ensaios:

CARACTERÍSTICAS DO CIRCUITO

Código de ID do circuito:

Início do circuito: SE PT Transição A/S Outro ID Instalação:Fim do circuito: SE PT Transição A/S Outro ID Instalação:

Localização Geográfica:

Comprimento Total Circuito L (m):

Nº de Junções:

Localização das junções a partir de uma extremidade (m):

Tipo de Cabo(s) (Designação):

Tipo de Terminações:

Tensão Circuito: 10 kV 15 kV 30 kV 60 kVTensão U_0 do Cabo: 10 kV 15 kV 30 kV 60 kVContém cabos ignífugos: Sim NãoCondições Estabelecimento do Circuito: Enterrado Entubado Em Caleiras/Galerias

ANEXO D

INFORMAÇÃO A INCLUIR NO RELATÓRIO DE ENSAIOS

Quadro D1

Informação mínima a incluir no relatório de ensaios

Informação Geral	<ul style="list-style-type: none">• Data de Realização do Ensaio• Identificação Circuito/Localização Geográfica• Entidade Executante• Responsável pela Execução dos Ensaios• Características do Circuito (indicadas na ficha de requisição)• Ensaios Realizados• Avaliação do Circuito (Conforme/Não Conforme)• Recomendação de atuação (quando não conforme)
Ensaio DC sobre a Bainha	<ul style="list-style-type: none">• Tensão aplicada (kV)• Duração de aplicação• Resultado
Ensaio de Resistência da Blindagem	<ul style="list-style-type: none">• Corrente utilizada• Resistência de cada fase do circuito• Resultado
Ensaio de Tg δ e Capacidade	<ul style="list-style-type: none">• Valores de tg δ por fase• Valores de Capacidade por fase a U_0• Gráfico de evolução da tg δ com a tensão• Resultado
Ensaio de Descargas Parciais	<ul style="list-style-type: none">• Valor do ruído de fundo• Comprimento do circuito• Velocidade de propagação• Valores das descargas detetadas• Localização das descargas detetadas• Resultado
Ensaio AC sobre Isolação	<ul style="list-style-type: none">• Método utilizado (ver secção 7.6)• Tensão aplicada• Frequência utilizada• Duração• Resultado