

voltimum

CONCEITOS DE SUBESTAÇÕES DE MUITO ALTA, ALTA E MÉDIA TENSÃO – MANUAL



**Fascículo 6 – Ensaios e
Comissionamento**

**Autor
Manuel Bolotinha**

CONCEITOS DE SUBESTAÇÕES DE MUITO ALTA, ALTA E MÉDIA TENSÃO – MANUAL

AUTOR: Manuel Bolotinha¹, MSc –Engenheiro Electrotécnico

Fascículo 6 – Ensaios e Comissionamento

¹ O Autor **não** segue o Novo Acordo da Língua Portuguesa

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS E FIGURAS	2
SIGLAS E ACRÓNIMOS	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. PLANO DE INSPECÇÕES E ENSAIOS	5
3. ENSAIOS EM FÁBRICA (FAT)	8
4. ENSAIOS EM OBRA (SAT) E DE FUNCIONAMENTO DA INSTALAÇÃO	9
5. VERIFICAÇÃO DE DEFEITOS NOS TRANSFORMADORES PROVOCADOS POR IMPACTOS MECÂNICOS	13
6. APARELHOS DE MEDIDA E OUTROS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NOS ENSAIOS	14
7. NÃO CONFORMIDADES	16
BIBLIOGRAFIA	17

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Lista de tabelas

Descrição
Capítulo 4
Tabela 1 – SAT e inspecções

Lista de figuras

Descrição
Capítulo 6
Figura 1 – Comparador de fases

SIGLAS E ACRÓNIMOS

AT – Alta Tensão

AVAC – Aquecimento, ventilação e ar condicionado

BT – Baixa Tensão

ca – Corrente Alternada

cc – Corrente Contínua

CCR – Centro de Condução da Rede

CE – Caderno de Encargos

COR – Centro de Operação de Rede

D.O. – Dono de Obra

DST – Descarregador de sobretensões

EDP – Energias de Portugal

EE – Especificação de Ensaio

E-REDES – Actual designação da EDP Distribuição

ET – Especificação Técnica

FAT – *Factory Acceptance Tests*

IEC – *International Electrotechnical Commission*

IEEE – *International Electrical and Electronic Engineers (USA)*.

MAT – Muito Alta Tensão

MT – Média Tensão

NETA - *InterNational Electrical Testing Association (USA)*.

PCL – Posto de Comando Local

PE – Projecto de Execução

PIE – Plano de Inspeções e Ensaios

QMT – Quadro de Média Tensão

REN – Redes Energéticas Nacionais

SAT – *Site Acceptance Tests*

SCCP – Sistema de Comando, Controlo e Protecção

SE – Subestação

SES – Sistemas Electrónicos de Segurança

SFRA – *Sweep Frequency Response Analysis*

TI – Transformador de medida de intensidade

TSA – Transformador dos Serviços Auxiliares

TT – Transformador de medida de tensão

1. INTRODUÇÃO

A realização dos **ensaios** de *equipamentos e sistemas*, quer em *fábrica* quer em *obra*, são uma *actividade fundamental* para **garantir o correcto funcionamento** da SE, de acordo com o especificado pelo D.O.

Este **Fascículo** abordará os seguintes temas:

- Plano de inspecções e ensaios
- Ensaaios em fábrica (FAT)
- Ensaaios em obra (SAT) e de funcionamento da instalação
- Verificação de defeitos nos transformadores provocados por impactos mecânicos
- Aparelhos de medida e outros equipamentos utilizados nos ensaios
- Não conformidades

Os **ensaios** dos diversos *equipamentos e sistemas* abordados neste *Fascículo* serão realizados de acordo com o estabelecido pela REN ou pela E-REDES e também pelas *normas aplicáveis*.

2. PLANO DE INSPECÇÕES E ENSAIOS

O **PIE**, elaborado pelo **projectista da SE**, que pode ser o D.O. ou alguém por ele contratado, deve estar incluído no *CE* da obra.

O seu objectivo é definir as **Inspecções e Ensaaios** a que os *equipamentos e sistemas da SE* devem ser submetidos, quer em **fábrica** (ver Capítulo 3) quer em **obra** (ver Capítulo 4), e deve ser complementado pelo *Empreiteiro*, que o submeterá à **aprovação** do D.O., ou quem ele designar para o efeito.

No(s) *PIE* a apresentar pelo *Empreiteiro* devem constar, no **mínimo**, os seguintes itens:

- 1) Identificação do equipamento ou sistema ao qual se aplica o *PIE*.
- 2) Identificação do local (*empresa e morada*) onde decorrem as *inspecções e ensaios*.
- 3) Lista dos documentos de referência incluindo *ET, EE, normas aplicáveis*, etc.
- 4) **Sequência** das *Inspecções/Ensaaios*.
- 5) Lista das actividades de controlo, definindo para cada uma, no **mínimo**, o seguinte:
 - a) *Método/Procedimento de Inspecções/Ensaaios*.
 - b) *Equipamento de teste e medida*.
 - c) *Critérios de aceitação/rejeição*.
 - d) *Registo das Inspecções/Ensaaios*.
 - e) *Identificação do responsável pela realização do Registo das Inspecções/Ensaaios*.
 - f) **Acção correctiva** (se necessário).
 - g) *Presenças requeridas nas Inspecções/Ensaaios*.
 - h) *Datas das Inspecções/Ensaaios*.

- i) **Identificação e assinatura** de quem efectuou as Inspeções/Ensaios.
- j) **Condições em que as Inspeções/Ensaios decorreram**, caso estas sejam **relevantes para o resultado**.
- i) **Identificação e assinatura** de quem aprovou o resultado das Inspeções/Ensaios.
- 6) Lista de **outros registos ou documentos** necessários anexar à *documentação específica* que **evidencia a execução** do PIE.

Os **prazos** para entrega do PIE e eventualmente do EE deverão ser acordados com o D.O.

O PIE e eventuais EE devem ser escritos na **língua oficial do país** onde se realiza a obra, a menos que seja previamente acordado com o D.O. a utilização de outra língua.

Apresenta-se um **modelo tipo** de um **Protocolo de Inspeção e Ensaios**, para os FAT¹ de um *disjuntor AT* que faz parte de um *conjunto de documentos* habitualmente incluídos nos PIE.

PROTOCOLO DE INSPECÇÃO E ENSAIOS DISJUNTOR AT	Edição: Data: Código:
--	-----------------------------

LOCAL

OBRA		REF.	
INSTALAÇÃO		REF. CLIENTE	
CLIENTE			

CARACTERÍSTICAS

REF. PROJECTO		TIPO	
TENSÃO ESTIPULADA		MODELO	
TENSÕES MAX. ADMISSÍVEIS		MARCA	
CORRENTE ESTIPULADA		FABRICANTE	
CORR. MAX. ADMISSÍVEL		NUM. SÉRIE	
TENSÕES AUXILIARES (Motor/Comando)		OUTROS	
TENSÕES AUXILIARES (Iluminação/Aquecimento)			

DOCUMENTAÇÃO

PLANO GERAL		MANUAL DE OPERAÇÃO	
ESQUEMAS:		OUTROS	
INSTRUÇÕES DE MONTAGEM			

¹ Ver Capítulo 3.

OBSERVAÇÕES

PONTOS DE TESTE E INSPEÇÃO

ITEM	INSPEÇÕES	OK / NOK / N/A ²	OBS.
1	Conformidade com a chapa de características		
2	Verificar estado geral do equipamento		
3	Verificar posicionamento em relação ao projecto		
4	Verificar posicionamento mecanismos de operação		
5	Verificar nivelamento e verticalidade		
6	Verificar binários de apertos		
7	Verificar ligações de aterramento		
8	Verificar ligadores – posicionamento em relação ao projecto		
9	Verificar ligadores – binários de apertos		
10	Verificar a ligação dos cabos de potência/ barramentos		
11	Verificar se as ligações de BT estão executadas e identificadas		
12	Pressão de enchimento SF6 – 1º Nível		
13	Pressão de enchimento SF6 – 2º Nível		
14	Pressão de enchimento SF6 – 3º Nível		
15	Funcionamento do manostato		
16	Verificação alimentações de ca e cc		
17	Sentido de rotação do motor		
18	Manobra de Abertura e Fecho – Manual		
19	Manobra de Abertura e Fecho – Eléctrica		
20	Verificação de contactos auxiliares		
21	Encravamentos eléctricos		
22	Encravamentos mecânicos		
23	Sinalizações e defeitos		
24	Aquecimento e iluminação		

² N/A: Não aplicável.

MEDIÇÕES

	MEDIÇÕES (ENSAIOS)	VALOR MEDIDO	VALORES MAX / MIN	OK / NOK / N/A
25				
26				
27				
28				

EQUIPAMENTOS DE TESTE

	TIPO E MARCA APARELHO DE MEDIDA	MODELO	NUM. SERIE	OBS
29				
30				
31				

Ensaiado por	Aprovado por	Pelo D.O.
Data	Data	Data

3. ENSAIOS EM FÁBRICA (FAT)

Os **ensaios em fábrica**, designados pelo acrónimo inglês **FAT**, têm por objectivo demonstrar que os *equipamentos e sistemas da SE* **obedecem às normas aplicáveis e às especificações** do *D.O.* e são realizados antes da sua expedição para o local da obra.

Os *vários tipos de normas*, designadamente as *Normas IEC*, distinguem **três tipos** de **FAT**:

- **Ensaio tipo**: este tipo de ensaios é realizado num equipamento “representante” de uma determinada gama ou série de fabrico, com o objectivo de demonstrar que todos os equipamentos daquele tipo e características de fabrico obedecem às especificações que não podem ser controladas pelos *ensaios de rotina*.
- **Ensaio de rotina**: este tipo de ensaios realiza-se sobre todos os equipamentos, sendo os respectivos testes, métodos de ensaio e critérios de aceitação os definidos nas normas aplicáveis.
- **Ensaio especiais**: os ensaios especiais destinam-se a verificar as características e o comportamento dos equipamentos em condições específicas, devendo ser previamente acordados entre o *D.O.* e o *Fabricante/Empreiteiro*, podendo ser destrutivos.

Enquanto os *ensaios tipo e de rotina* fazem parte das **obrigações** do *Fabricante/Empreiteiro*, os **ensaios especiais** originam um **sobrecusto** da

fornecimento, dependendo do *tipo e número de ensaios a realizar*, bem como das respectivas *condições*.

Exemplos de ensaios especiais para transformadores de potência MAT/MAT, MAT/AT e AT/MT

- Resistência ao curto-circuito
- Medida das perdas dieléctricas (**tg δ**) das travessias dos transformadores
- Medida do nível de ruído
- Resistência aos impactos mecânicos
- *SFRA* (ver Capítulo 5).
- Ensaio sísmico

A importância do **SFRA**, ensaio que costuma ser considerado como a “*impressão digital*” do transformador, será analisada no Capítulo 5. O **ensaio sísmico** é **indispensável** se o *transformador* for instalado num local com **forte acção sísmica**. A **medida da tg δ** das *travessias* permite **detectar defeitos não visíveis a olho nú**, como por exemplo a **existência de fissuras e/ou impurezas nas travessias**, que mais tarde podem originar um *acidente grave com o transformador*, podendo mesmo levar à sua **destruição**.

Os *ensaios especiais* acima referidos estão contemplados na *Norma IEC 60076*, com **excepção** da *medida de tg δ das travessias*, que deve ser realizado de acordo com a *Norma IEC 60137*.

Os *FAT* podem ser realizados nas *instalações do fabricante* ou em **laboratórios independentes e certificados**. Todos os aparelhos de medida utilizados nos *FAT* devem estar **calibrados**, por **entidade independente e reconhecida** e ter o **certificado de calibração válido**.

O *D.O.* ou o seu representante tem o direito de assistir à realização dos *FAT* e deve, para o efeito, ser notificado com uma **antecedência pré-definida** no *PIE*.

4. ENSAIOS EM OBRA (SAT) E DE FUNCIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

Depois de **concluídos os trabalhos de montagem**, com vista à *Recepção Provisória* da obra e da sua **entrada em serviço**, deve ser realizada uma **inspecção geral**, para detectar o *estado geral dos trabalhos e a limpeza da obra* e serem realizados os **ensaios em obra** (SAT), com a presença da *Equipa de Fiscalização* ou de quem o *D.O.* nomear para o efeito.

Deve ser ainda verificada a **existência** dos *manuals de montagem, operação e manutenção dos equipamentos*, elaborados pelo *fabricante e/ou pelo Empreiteiro* e da versão do *PE* “**COMO CONSTRUÍDO**” (*as built*, na designação anglo-saxónica).

Os SAT e os *ensaios de funcionamento* destinam-se a **verificar** se a *montagem dos equipamentos* não provocou nestes quaisquer **danos**, se a sua montagem foi **correcta** e se o *funcionamento da instalação* **obedece** ao descrito nas *ET do PE* e aos **requisitos** do *D.O.*

Os SAT devem ser realizados de acordo com os *PIE*, propostos pelo *Empreiteiro* e aprovados pelo *D.O.*, tendo em atenção a **normalização estabelecida** pela *REN* e pela *E-REDES*, no caso de *Portugal*, para as *SE* da **rede pública de transporte e distribuição**, ou nas *SE privadas* (*indústria pesada*, como por exemplo *siderurgias*, *refinarias*, *fábricas de pasta de papel e papel*, etc.), a **normalização estabelecida** pelo respectivo *D.O.*³, caso exista.

Na Tabela 1 apresentam-se os SAT mais habituais nas *SE*, baseados na *Norma ANSI/NETA ATS-2009*, e as *inspecções* a realizar para **todos** os *equipamentos e sistemas* que constituem a *SE*.

Tabela 1 – SAT e inspecções

Equipamentos e Sistemas	Ensaios e Inspecções
<i>Estruturas metálicas</i>	Inspecção visual
	Medida da espessura da galvanização
	Verificação de soldaduras, usando um dos seguintes processos:
	➤ Método dos líquidos penetrantes. ➤ Radiografia. ➤ Ultrassons.
<i>Disjuntores MAT, AT e MT</i>	Inspecção visual, incluindo chapa de características.
	Verificação dos encravamentos mecânicos, caso existam.
	Verificação do funcionamento do comando local.
	Verificação do funcionamento do motor de carregamento das molas.
	Verificação da pressão de <i>SF6</i> , incluindo os valores de alarme e disparo de pressão baixa de <i>SF6</i> .
<i>Seccionadores MAT, AT e MT</i>	Inspecção visual, incluindo chapa de características.
	Verificação dos encravamentos mecânicos, caso existam.
	Verificação do funcionamento do comando local, incluindo os encravamentos eléctricos.
	Verificação do sentido de rotação do motor (só <i>MAT</i> e <i>AT</i>).
<i>Transformadores de medida</i>	Inspecção visual, incluindo chapa de características.
	Verificação da relação de transformação, polaridade, curva de magnetização e classe e erro de medida, por injeção de corrente (<i>TI</i>) ou tensão (<i>TT</i>) primária.
<i>DST</i>	Inspecção visual, incluindo chapa de características.
<i>Rede de terras</i> ⁴	Inspecção visual de todas as ligações de terra a qualquer tipo de estruturas metálicas.
	Medição das tensões de passo e de contacto.
	Medição da resistência de terra.

³ Deve referir-se que as **SE privadas** são alimentadas pela *REN* ou pela *E-REDES*, pelo que no **painel de chegada de linha** se deve observar a **normalização do concessionário**.

⁴ A medição das *tensões de passo e de contacto* e da *resistência de terra* deve ser realizada acordo com a *Norma IEEE Std. 81 – 2012*.

QMT	Inspecção visual, incluindo chapa de características.
	Verificação da ligação de terra da estrutura metálica do quadro.
	Ensaio de isolamento e de rigidez dieléctrica.
	Manobra da aparelhagem e verificação dos encravamentos mecânicos.
	Verificação da actuação das protecções.
	Verificação dos circuitos de comando e controlo.
	Existência do esquema unifilar actualizado do quadro.
Quadros BT	Inspecção visual, incluindo chapa de características.
	Verificação da ligação de terra da estrutura metálica do quadro.
	Ensaio de isolamento e de rigidez dieléctrica.
	Manobra da aparelhagem.
	Verificação da actuação das protecções diferenciais.
	Verificação dos circuitos de comando e controlo.
	Existência do esquema unifilar actualizado do quadro.
Transformadores MAT/MAT, MAT/AT, AT/MT, MT/BT (incluindo o TSA)	Inspecção visual, incluindo chapa de características.
	Verificação do funcionamento do comutador de tomadas e da relação de transformação obtida em todas as tomadas (caso exista – MAT/MT e AT/MT).
	Ensaio de isolamento.
	Medição da $\tan \delta$ (perdas dieléctricas) das travessias (só nos transformadores MAT/MAT e MAT/AT). Esta medição tem o objectivo de verificar se as travessias não sofreram qualquer dano durante o transporte, armazenagem e montagem.
	Verificação do funcionamento das protecções intrínsecas (alarme e disparo).
	Verificação do funcionamento dos ventiladores de arrefecimento da água e/ou do óleo, caso existam (MAT/MAT e MAT/AT).
	Verificação do funcionamento do sistema de extinção de incêndios (caso exista).
	Recolha de amostra de óleo para análise laboratorial (só nos transformadores MAT/MAT e MAT/AT). Os ensaios a realizar na amostra de óleo, que devem ser executados de acordo com a Norma IEC 60296, são:
	➤ Medição da tensão interfacial. ➤ Medição da acidez. ➤ Verificação da viscosidade. ➤ Determinação do ponto de ignição (habitualmente designado por <i>flash point</i>) ➤ Determinação do ponto de fulgor (habitualmente designado por <i>fire point</i>) ➤ Determinação do ponto de fluidez (habitualmente designado por <i>pour point</i>) ➤ Verificação do teor de água. ➤ Ensaio de rigidez dieléctrica.

<i>Grupo gerador de emergência</i>		Inspecção visual, incluindo chapa de características.
		Verificação da ligação de terra das massas metálicas e do neutro.
		Verificação do nível do óleo e sinalização de alarme por nível baixo.
		Estado da bateria.
		Arranque do grupo (manual).
		Arranque do grupo por falta de tensão na rede e verificação do funcionamento automático do inversor <i>rede-grupo</i> .
		Inspecção visual, incluindo chapa de características.
<i>Baterias e carregadores</i>		Inspecção visual, incluindo chapa de características.
		Verificação da ligação de terra das massas metálicas.
		Medição da tensão dos elementos da bateria.
		Verificação do estado do electrólito.
<i>SCCP</i>		Inspecção visual, incluindo etiquetas de identificação dos painéis.
		Verificação das sinalizações e das medidas das grandezas eléctricas.
		Verificação do comando do equipamento <i>MAT e/ou AT, MT e Serviços Auxiliares</i> .
		Verificação dos encravamentos eléctricos.
		Verificação dos automatismos.
		Verificação da actuação das protecções, por injeção de corrente e tensão.
		Verificação das comunicações entre painéis e entre outras SE.
		Ensaios com o <i>PCL</i> e com o <i>CCR e/ou COR</i> .
		Ensaio do sistema de telecontagem com o <i>CCR e/ou COR</i> (caso exista).
<i>Cabos eléctricos</i>	<i>MAT, AT e MT</i>	Ensaios de isolamento entre cada uma das fases e as outras e entre cada uma das fases e a terra.
	<i>BT</i>	Inspecção visual, designadamente no que se refere à identificação dos cabos e sua fixação.
		Ensaios de isolamento entre cada uma das fases e as outras e entre cada uma das fases e a terra.
	<i>Comando e controlo</i>	Inspecção visual, designadamente no que se refere à identificação dos cabos e condutores e sua fixação.
		Verificação das ligações.
		Ensaios de isolamento entre cada um dos condutores e os outros e entre cada um dos condutores e a terra.

Cabos de comunicação	Rede de pares de cobre	Continuidade.
		Atenuação.
		Perdas por retorno.
		Resistência do lacete.
		Atrasos.
	Rede de cabos coaxiais	Atenuação.
		Nível de sinal.
		Relação portadora/ruído.
	Rede de cabos de fibra óptica	Atenuação.
Perdas totais.		
Instalações dos edifícios		Inspecção visual.
		Medição dos níveis de iluminância (interior e exterior).
		Verificação do funcionamento dos sistemas de AVAC
		Verificação do funcionamento dos sistemas de segurança.
Iluminação do parque exterior		Medição do nível de iluminância geral.
		Medição dos níveis de iluminância junto aos comandos dos equipamentos.
Inspeção final		Inspeção final da obra e verificação do estado de limpeza da mesma e dos equipamentos.
		Ausência de trabalhos, máquinas e ferramentas no interior da SE.
		Ausência de trabalhos, máquinas e ferramentas nas áreas envolventes da SE.
		Ausência de pessoas no interior da SE – só pessoal autorizado
		Sinalização de Perigo de Morte e Instalação em Tensão colocada na vedação e portão da SE.
		Portão da SE – condições de fecho e impedimento de abertura.
		Verificação da resolução das “Não Conformidades” ⁵ detectadas.

Concluídos os SAT para cada um dos equipamentos e sistemas e **resolvidas** as *Não Conformidades*, realiza-se um **ensaio geral à instalação completa** da SE, já **com tensão**, para **verificar o seu funcionamento**.

5. VERIFICAÇÃO DE DEFEITOS NOS TRANSFORMADORES PROVOCADOS POR IMPACTOS MECÂNICOS

Durante o **manuseamento e transporte** dos transformadores de potência de *grandes dimensões* há a possibilidade de a máquina sofrer **impactos mecânicos** cuja **força pode ultrapassar o equivalente a 3g**⁶, o que pode provocar **defeitos núcleo e/ou nos enrolamentos**.

⁵ Ver Capítulo 7.

⁶ g: aceleração da gravidade – 9,81 m/s².

Para se verificar a existência de *defeitos* naquelas partes do transformador deverão ser realizados os seguintes *ensaios especiais*, definidos na *Norma IEC 60076-1 – Power transformers – Part 1: General*:

- *SFRA* – o **mais fiável**.
- Determinação das **capacidades** entre cada enrolamento e a terra e entre enrolamentos.
- Determinação das **resistências de isolamento cc**, entre cada enrolamento e a terra e entre enrolamentos.

Contudo, o ensaio *SFRA* em **obra** só é eficaz se tiver sido também realizado durante os *FAT*, para que haja um **termo de comparação**.

Outros ensaios que podem ser realizados para o mesmo fim e que estão previstos na *Norma ANSI/IEEE C57.12.00, General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*, são:

- Medida das **resistências de isolamento cc**, entre o núcleo e a terra e entre a estrutura do núcleo e a terra (ensaio semelhante à medida das *resistências de isolamento cc dos enrolamentos*).
- Medida da **corrente de excitação monofásica**.

O ensaio da medida das *resistências de isolamento cc do núcleo* pode ser utilizado para detectar danos, **sobretudo** se houver um **contacto entre o núcleo e a terra**.

O ensaio da medida da *corrente de excitação* é utilizado para diagnosticar **defeitos secundários nos enrolamentos** (*curto-circuitos e circuitos abertos*), **eventuais defeitos à terra do núcleo** e ainda *defeitos de fabricação*, comparando as *correntes de excitação em vazio* obtidas nos *FAT* e nos *SAT*.

6. APARELHOS DE MEDIDA E OUTROS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NOS ENSAIOS

Todos os aparelhos de medição utilizados nos *SAT* devem estar **calibrados**, por entidade independente e reconhecida.

O **certificado de calibração** deve estar **válido** e deve acompanhar sempre o aparelho de teste.

Alguns dos mais habituais *equipamentos de teste* são:

- Amperímetros, voltímetros, ohmímetros, multímetros e pinças amperimétricas.
- Comparadores de fase – permitem determinar a sequência de fases das instalações e também detectar a presença de tensão. São normalmente usados quando se pretende interligar dois sistemas diferentes.



Figura 1 – Comparador de fases

- Medidores de isolamento (MEGGER⁷)
- Equipamento de teste multi-funções – este equipamento permite ensaiar transformadores de potência e de medida, cabos, disjuntores e também medições da $\tan \delta$.
 - Transformadores de medida
 - Relação de transformação, potência de precisão e polaridade
 - Fase e amplitude do erro
 - Curva de magnetização
 - Resistência dos enrolamentos
 - Resistência de isolamento
 - Transformadores de potência
 - Relação de transformação
 - Resistência dos enrolamentos
 - Curva de magnetização
 - Tensão de curto-circuito
 - Ensaio do comutador de tomadas
 - Disjuntores
 - Resistência de contacto
 - Rede de terras
 - Resistência de terra
 - Tensões de passo e de contacto

⁷ MEGGER é uma **marca registrada** de equipamentos de medida, mas que é habitual usada para designar os equipamentos de medida de isolamento.

- Equipamento de ensaio de relés e de aparelhos de medida – trata-se de uma fonte programável de injeção de corrente no equipamento a testar, e que nalguns modelos permite também ensaiar as protecções magneto-térmicas e relés de protecção de motores e disjuntores *BT*.

7. NÃO CONFORMIDADES

Nas situações em que o *resultado dos ensaios* não **esteja de acordo** com os *valores definidos pelas Normas ou garantidos pelo fabricante*, a *Fiscalização* deverá abrir uma “**Não Conformidade**”, de que apresenta um exemplo do respectivo, propondo a **ações necessárias para a correcção da anomalia**. O *Empreiteiro* deverá implementá-las e o(s) *ensaio(s) em causa têm que ser repetido(s)*.

REGISTO DE NÃO CONFORMIDADE ACÇÕES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS EM OBRA

NC Nº: _____

EMPREITADA:	
DONO DE OBRA:	
EQUIPA SUPERVISÃO:	
ENTIDADE EXECUTANTE:	

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: CE, PSS e legislação em vigor (outros – especificar).

PRAZO DE CORRECÇÃO:

DESCRITO POR:	DATA:	VERIFICADO POR:	DATA:
---------------	-------	-----------------	-------

DESCRIÇÃO DAS ACÇÕES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS:

Cumprimento do
prazo
estabelecido pela
ES:

S *N

*Se não, apresente a justificação:

PROPOSTO POR:	DATA:	VERIFICADO POR:	DATA:
---------------	-------	-----------------	-------

AValiação da Eficácia das Acções Correctivas/Preventivas:

S *N

*Se não, sugestões de melhoria:

VERIFICADO POR:	DATA:	APROVADO POR:	DATA:
-----------------	-------	---------------	-------

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bolotinha, Manuel. Subestações: Projecto, Construção, Fiscalização – 2ª Edição. Quântica Editora/Engebook. Janeiro 2019.
- [2] Bolotinha, Manuel. Subestações – Montagem Electromecânica, Ensaios e Manutenção. Quântica Editora/Engebook. Janeiro 2019.
- [3] Bolotinha, Manuel. Transporte, Distribuição e Utilização de Redes Eléctricas de Muito Alta, Alta e Média Tensão. Publindústria/Engebook. Outubro 2017.
- [4] Bolotinha, Manuel. Transformadores de Potência. Publindústria/Engebook. Janeiro 2019.
- [5] Bolotinha, Manuel. Basics of HV, MV and LV Installations. Editora Ómega. Janeiro 2017.
- [6] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. International Electrotechnical Vocabulary. IEC 60050-605. Suíça, 1983.
- [7] ELECTRIC POWER SUBSTATIONS ENGINEERING Edited by John D. McDonald CRC Press 2003
- [8] Normas, Regulamentos e Outros Documentos de Referência citados no texto.