

PQA924

Manual de utilização

© Copyright HT ITALIA 2025

Versão PT 1.00 - 21/03/2025

INDICE

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA 3
1.1. Generalidades 3
1.2. Instruções preliminares 4
1.3. Durante o uso utilização 5
1.4. Após a utilização 5
2. DESCRIÇÃO GERAL 6
2.1. Introdução 6
2.2. Funcionalidades do instrumento 6
2.3. Ecrã inicial 6
3. PREPARAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO 7
3.1. Controlos iniciais 7
3.2. Alimentação do instrumento 7
3.3. Conservação 7
4. NOMENCLATURA 8
4.1. Descrição do instrumento 8
4.2. Descrição dos botões de função 9
4.3. Descrição do ecrã 10
5. MENU GERAL 11
5.1. Configurações gerais do instrumento 12
5.1.1. Configuração do linguagem do sistema 12
5.1.2. Definição cores dos cabos de medição e parâmetros internos 13
5.1.3. Configuração do brilho do ecrã 14
5.1.4. Configuração do som dos botões 14
5.1.5. Configuração do desligar automático 14
5.1.6. Configuração da proteção por palavra-passe 14
5.1.7. Configuração do Hotspot WiFi 15
5.1.8. Calibração do ecrã tátil 15
5.1.9. Configuração do nome do utilizador 16
5.1.10. Configuração da data/hora 16
5.1.11. Configuração de comunicação via rede Ethernet 17
5.2. Configurações do Analisador 20
5.2.1. Configuração do tipo de sistema, Frequência e Tensão nominal 20
5.2.2. Configuração do tipo de transdutores de pinça 21
5.2.3. Configuração parâmetros para medição de corrente em TAs externos 23
5.3. Configurações do Gravador 26
5.3.1. Configuração dos parâmetros de registo 27
5.3.2. Definir configurações predefinidas 31
5.4. Função Tempo real 32
5.4.1. Visualização de valores numéricos 32
5.4.2. Visualização das formas de onda dos sinais 36
5.4.3. Visualização da análise harmónica 39
5.4.4. Visualização do diagrama vetorial 44
6. INSTRUÇÕES OPERACIONAIS 47
6.1. Ligações do instrumento à instalação 47
6.1.1. Sistema Monofásico 2 Fios 47
6.1.2. Sistema Trifásico 4 Fios 48
6.1.3. Sistema Trifásico 3 Fios 49
6.1.4. Sistema Trifásico 3 Fios Aron 50
6.1.5. Sistema Trifásico 4 Fios com Ponto Central 3F HL 51
6.1.6. Sistema Trifásico 3 Fios 3F 2E 52
6.1.7. Sistema Monofásico 3 Fios 1F PC 53
6.2. Função Autoset 54
6.3. Início e terminação de um registo 57
6.4. Dados memorizados 59
6.5. Informações do Instrumento 60
7. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO AO PC 61
8. MANUTENÇÃO 64

8.1. Considerações gerais 64
8.2. Substituição ou recarga das baterias internas 64
8.3. Limpeza do Instrumento 65
9. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 66
9.1. Características técnicas 66
9.2. Características gerais 70
9.3. Condições ambientais de utilização 71
9.4. Acessórios 71
10. APÊNDICE – NOÇÕES TEÓRICAS 72
10.1. Anomalias de Tensão 72
10.2. Harmónicas de Tensão e Corrente 73
10.2.1. Teoria 73
10.2.2. Valores limite para as harmónicas de tensão 74
10.2.3. Causas da presença de harmónicas 75
10.2.4. Consequências da presença de harmónicas 76
10.2.5. Parâmetros de escolha dos transformadores elétricos – Fator K 76
10.2.6. Interharmónicas 77
10.3. Correntes de arranque 78
10.4. Flicker da Tensão 80
10.5. Dissimetria das Tensões 81
10.6. Transientes rápidos de tensão 82
10.7. Definições dos parâmetros da rede calculados 83
10.7.1. Convenções relativas à potência e ao fator de potência 85
10.7.2. Inserção de Aron 87
10.8. Ligação do instrumento com TA externo 88
10.9. Método de medição 89
11. ASSISTÊNCIA 90
11.1. CondiCOções de garantia 90
11.2. Assistência 90

1. PRECAUÇÕES E MEDIDAS DE SEGURANÇA

1.1. GENERALIDADES

Este instrumento foi construído em conformidade com a norma IEC/EN61010-1, referente aos instrumentos de medição eletrónicos. Para Sua segurança e para evitar danificar o instrumento, deve seguir os procedimentos descritos neste manual e ler com especial atenção todas as notas precedidas do símbolo ⚠.

Antes e durante a execução das medições siga as seguintes indicações:

- Não efetuar medições de tensão ou corrente em ambientes húmidos.
- Não efetuar medições na presença de gases ou materiais explosivos, combustíveis ou em ambientes com poeira.
- Evitar contactos com o circuito em análise durante as medições.
- Evitar contactos com partes metálicas expostas, com terminais de medida inutilizados, circuitos, etc.
- Não efetuar qualquer medição no caso de se detetarem anomalias no instrumento tais como: deformações, roturas, derrame de substâncias, ausência de ecrã, etc..

Neste manual e no instrumento são utilizados os seguintes símbolos:


Atenção: ler cuidadosamente as instruções deste manual. Um uso impróprio poderá causar danos quer ao instrumento quer aos seus componentes.


Perigo de Alta Tensão: risco de choques elétricos.


Duplo isolamento


Tensão ou corrente CA


Referência de Terra


Atenção: uso de reciclagem produtos eletrónicos

1.2. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

- **O instrumento foi projetado para ser utilizado nas condições ambientais especificadas no § 8.3. A presença de condições ambientais significativamente diferentes pode comprometer a segurança do instrumento e do utilizador. Em qualquer caso, antes de utilizar, verificar se condições internas do instrumento são idênticas às condições do ambiente em que este vai ser utilizado.**
- Pode ser utilizado para medições de tensões e correntes em instalações com categoria de sobretensão CAT IV 600VAC, CAT III 1000VCA para a terra com tensão máxima de 1000V nas entradas.
- Recomendamos que siga as regras de segurança normais estabelecidas nos procedimentos para trabalhos em tensão e que utilize os EPI (Instrumentos de Proteção Individual) fornecidos para proteção contra correntes perigosas e para proteger o instrumento contra utilização indevida
- Nos casos em que a falta de indicação da presença de tensão possa constituir risco para o utilizador, efetuar sempre uma medição de continuidade antes da medição sob tensão para confirmar a ligação correta e o estado das ponteiras.
- Só os acessórios fornecidos com o instrumento garantem as normas de segurança, os mesmos devem estar em boas condições e substituídos, se necessário, por modelos idênticos.
- Não efetuar medições em circuitos que superem os limites de corrente e tensão especificados.
- Antes de ligar os cabos, os crocodilos e as pinças ao circuito verificar se o seletor de funções está na posição correta.

ATENÇÃO

- Efetuar uma recarga completa da bateria interna durante, pelo menos, 5 horas antes da utilização do instrumento após a aquisição.
- Quando ligar o instrumento pela primeira vez após a aquisição, deverá clicar e manter pressionado o botão ON/OFF durante cerca de 5 segundos.

1.3. DURANTE O USO UTILIZAÇÃO

Ler atentamente as recomendações e as instruções seguintes:



ATENÇÃO

O não cumprimento das Advertências e/ou Instruções podem danificar o instrumento e/ou os seus componentes ou colocar em perigo o utilizador.

- Quando o instrumento está ligado ao circuito em verificação nunca clicar num terminal inutilizado.
- Durante a medição de correntes, qualquer outra corrente localizada na proximidade das pinças pode influenciar a precisão da medição.
- Durante a medição de correntes, colocar sempre o condutor o mais possível no centro do toróde de modo a obter uma leitura mais precisa.
- Se, durante uma medição, o valor ou o sinal da grandeza em verificação permanecerem constantes, verificar se está ativa a função "**HOLD**".

1.4. APÓS A UTILIZAÇÃO

- Após terminar as medições, desligar o instrumento através do botão **ON/OFF**.
- Se prevê não utilizar o instrumento durante um longo período de tempo seguir as prescrições referentes ao armazenamento descritas no § 3.3.

2. DESCRIÇÃO GERAL

2.1. INTRODUÇÃO

O instrumento **PQA924** foi projetado para realizar estudos da qualidade da energia de acordo com os requisitos da norma **IEC/EN61000-4-30** de forma mais rápida e fácil, oferecendo uma interface ao utilizador com ecrã tátil, funções avançadas de autoconfiguração e software intuitivo para analisar resultados e gerar relatórios. O **PQA924** também oferece alta precisão (**Classe S**), que é normalmente utilizada em estudos avançados de qualidade de energia elétrica.

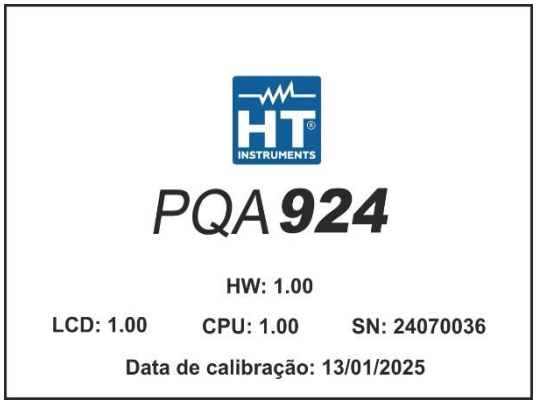
2.2. FUNCIONALIDADES DO INSTRUMENTO

O PQA924 é capaz de captar qualquer evento crítico relacionado com a qualidade da energia elétrica: transientes rápidos de tensão, harmónicos e interharmónicos de tensão e corrente, harmónicos de potência, quedas de tensão, análise Flicker, ou seja, todos os parâmetros possíveis para caraterizar o sistema elétrico em análise. Em particular, o instrumento pode registar até **3180 canais**, eventos de tensão-corrente, todos simultaneamente:

- **Até 386 canais** de parâmetros de rede (130 categorias: frequência, tensões, correntes, potências, etc.)
- **Até 2225** valores de harmónicas (amplitudes e fases das harmónicas de tensão e de corrente até à 63° ordem, amplitude das harmónicas de potência até à 63° ordem, THD%, fatores k)
- **Até 536** valores de inter-harmónicas (grupos interharmónicos até à 63.° ordem para tensão e corrente, THD%)
- **Até 24 canais** para dados de energia (energia ativa e reativa)
- **Até 6 canais** para dados de flicker (tensões Pst, Plt)
- Eventos associados a quedas, variações e interrupções de tensão
- Eventos associados a transientes rápidos de tensão (tensão máxima 8kV, duração mínima 1µs)
- Eventos associados correntes de arranque (Inrush)

2.3. ECRÃ INICIAL

Ligando o instrumento através do botão **ON/OFF** é exibido, durante alguns segundos, o seguinte ecrã::



Neste ecrã são exibidos (para além do construtor e do modelo do instrumento):

- Número de série do instrumento (Sn)
- As versões de Firmware e Hardware do instrumento (LCD, CPU, HW)
- A data da última calibração efetuada (data de calibração)

3. PREPARAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO

3.1. CONTROLOS INICIAIS

O instrumento foi controlado do ponto de vista elétrico e mecânico. Foram tomadas todas as precauções possíveis para que o instrumento seja entregue sem danos. Todavia, aconselha-se a efetuar uma inspeção geral ao instrumento para se certificar de possíveis danos ocorridos durante o transporte. No caso de se detetarem anomalias, deve-se contactar, imediatamente, o seu fornecedor. Verificar, ainda, se a embalagem contém todos os componentes indicados na lista anexa. No caso de discrepâncias, contactar o seu fornecedor. Contudo, se for necessário devolver o instrumento, por favor seguir as instruções indicadas no § 11.

3.2. ALIMENTAÇÃO DO INSTRUMENTO

O instrumento é alimentado por 6 pilhas alcalinas de 1,5 V do tipo AA ou 6 pilhas NiMH de 1,2 V do tipo AA, que podem ser recarregadas através da fonte de alimentação externa fornecida. Para informações sobre a substituição ou recarga das pilhas, consultar § 8.2.

ATENÇÃO

- Se pretender efetuar uma gravação, recomendamos que utilize SEMPRE a fonte de alimentação externa
- **Carregue totalmente a bateria interna durante pelo menos 5 horas antes de utilizar o instrumento após a compra**
- **O instrumento é capaz de reter os dados armazenados mesmo sem pilhas**
- **O instrumento não carrega as pilhas em temperaturas fora do intervalo permitido pelas pilhas (0°C ÷ 40°C)**
- **Utilize apenas pilhas do mesmo tipo (portanto, apenas alcalinas ou apenas NiMH recarregáveis)**
- **O instrumento não recarrega as baterias se não for capaz de reconhecer o tipo de bateria usada (ou seja, se baterias NiMH e alcalinas estiverem presentes por engano)**

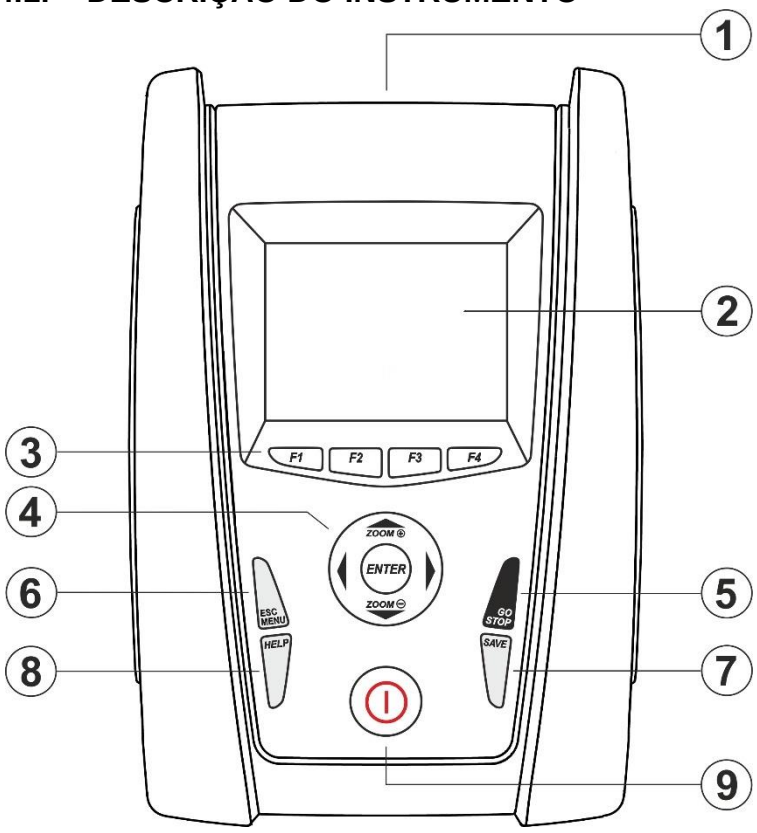
A fim de maximizar a autonomia da bateria, o instrumento dispõe de uma função de desligamento automático **após cerca de 5 minutos** sem pressionar botões ou toques no ecrã tátil (ver § 5.1.5).

3.3. CONSERVAÇÃO

O instrumento foi projetado para ser utilizado nas condições ambientais especificadas no ponto § 8.3. Condições ambientais significativamente diferentes podem comprometer a segurança do instrumento e do utilizador e/ou não garantir medições precisas. **Remova as baterias se o instrumento não for usado por um longo período**. Após um longo período de armazenamento e/ou em condições ambientais extremas, aguardar até que as condições no interior do instrumento sejam comparáveis às condições no ambiente onde será utilizado.

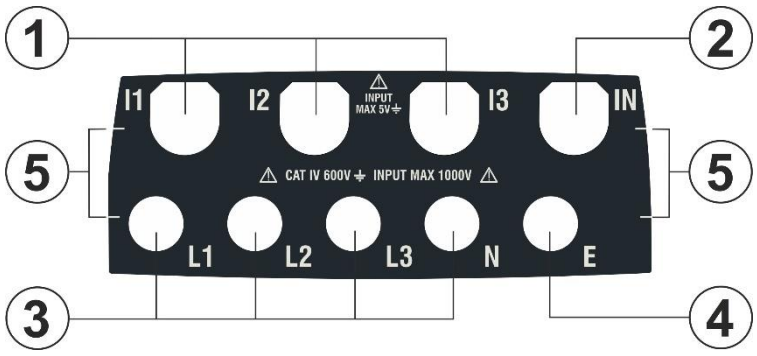
4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO



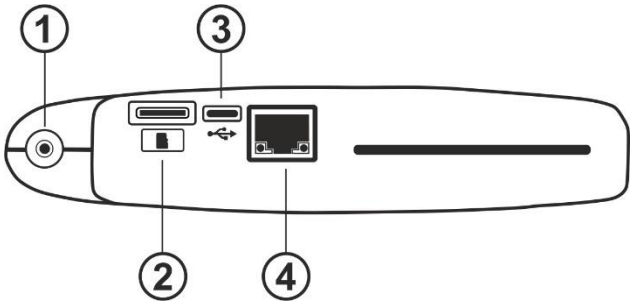
LEGENDA:
1. Descrição da parte frontal do instrumento
2. Ecrã TFT com “touchscreen”
3. Botões de funções **F1, F2, F3, F4**
4. Botões “setas”▲,►, ▼,◄ e **ENTER**
5. Botão **GO/STOP**
6. Botão **ESC/MENU**
7. Botão **SAVE**
8. Botão **HELP**
9. Botão **ON/OFF**

Fig. 1: Descrição da parte frontal do instrumento



LEGENDA:
1. Entradas **I1, I2, I3** para ligação das correntes nas fases L1, L2, L3
2. Entrada **IN** para ligação da corrente no condutor neutro N
3. Entradas para ligação das tensões nas fases **L1, L2, L3, N**
4. Entrada E para ligação da tensão no terminal PE
5. Referências para aplicação de etiquetas de cores nas entrada

Fig. 2: Descrição dos terminais de entrada do instrumento



LEGENDA:
1. Entrada para ligação da fonte de alimentação externa
2. Ranhura de entrada para cartão de memória externo
3. Saída USB-C para ligação ao PC
4. Entrada RJ45 para ligação remota do instrumento à rede Ethernet

Fig. 3: Descrição dos conectores laterais do instrumento

4.2. DESCRIÇÃO DOS BOTÕES DE FUNÇÃO

Segue-se uma descrição dos botões de função do instrumento.

Botão de função	Descrição
ON/OFF	Pressione o botão **ON/OFF** e **solte-o após cerca de 1s** para ligar o instrumento. Para desligar o instrumento, mantenha esta tecla pressionada por **aproximadamente 2s**. Se o instrumento bloquear, **mantenha o botão ON/OFF pressionado** por um tempo entre **3s e 10s** para forçar o desligamento
F1, **F2**, **F3**, **F4**	Botões multifunções. A função atribuída a estes botões varia conforme o modo de operação do instrumento e é indicada pelo símbolo exibido na parte inferior do ecrã, diretamente acima do botão correspondente.
ESC	Botão de saída dos vários menus e sub-menus de funcionamento. O ícone "☒" que aparece nos ecrãs executa a mesma função de modo interativo.
ENTER	Botão com dupla função: ➢ Confirma as configurações efetuadas nos menus ➢ Ativação/desativação da função "HOLD" que permite congelar no ecrã os valores dos parâmetros medidos pelo instrumento, mesmo durante um registo em curso. O símbolo "**H**" aparece/desaparece no visor a cada pressão, como se mostra na Fig. 4 abaixo:

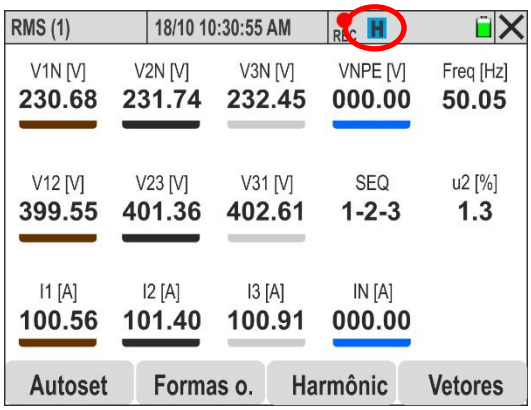
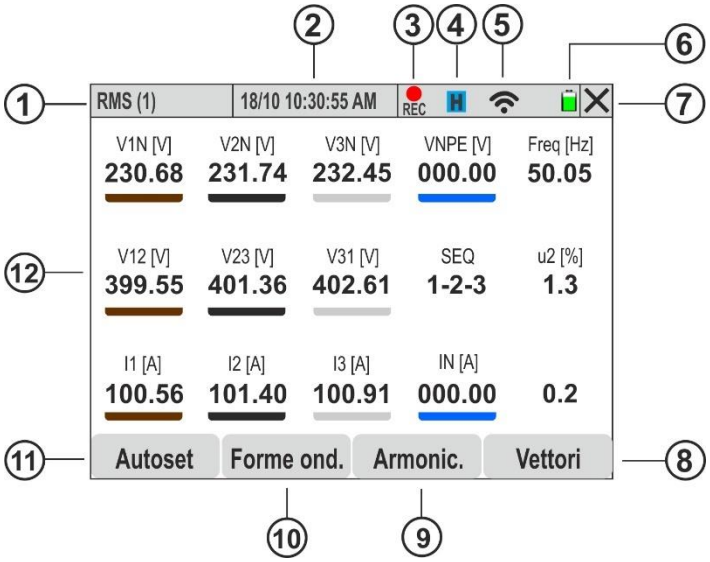


Fig. 4**:** Ativação da função HOLD no ecrã

◀, ▲, ▶, ▼	Os botões de seta permitem mover o cursor nos vários ecrãs para selecionar os parâmetros de programação desejados. Os mesmos botões permitem, em modo manual, efetuar o ajuste de escala para a visualização dos gráficos dentro da função multímetro, de modo a melhorar a resolução da visualização da forma de onda do sinal (ver § 5.4.2). **Os botões de seta ◀ e ▶ também permitem percorrer as páginas internas dos ecrãs onde estão disponíveis**
SAVE	Este botão permite guardar as definições dos parâmetros nos menus
GO/STOP	Início/paragem manual da gravação (ver § 6.3)
HELP	Ativa uma janela de ajuda sensível ao contexto que fornece ajuda sobre o significado do ecrã presente no ecrã nesse momento. O botão está ativo para cada função

4.3. DESCRIÇÃO DO ECRÃ

O ecrã é um módulo gráfico TFT a cores com dimensões 73x57mm (VGA 320x240 pxls) de tipo “touch-screen” resistivo e, portanto, com possibilidade de interação direta através da utilização da caneta acessório PT400, fornecido e inserido na lateral do instrumento ou utilizando os dedos. As cores de referência associadas aos parâmetros podem ser diferentes consoante o país selecionado nas definições gerais e consoante a cor dos cabos de medição utilizados (ver § 5.1.2)



LEGENDA:

1. Parâmetros exibidos no ecrã e tipo de sistema selecionado
2. Data/hora do sistema definida
3. Indicação de gravação em curso
4. Função HOLD ativa
5. Ligação WiFi ativa
6. Indicação do nível de carga da bateria
7. Ícone de fecho da janela ativa
8. Ícone de abertura do diagrama vetorial
9. Ícone de abertura dos ecrãs dedicados à análise harmónica
10. Ícone de abertura dos ecrãs dedicados às formas de onda dos sinais
11. Ecrãs de abertura de ícones dedicados à análise periódica de valores numéricos
12. Área de visualização dos valores dos parâmetros em tempo real

Fig. 5: Descrição do ecrã

5. MENU GERAL

Cada vez que o instrumento é ligado, apresenta automaticamente o ecrã “Menu geral” mostrado na Fig. 6 abaixo, no qual os ícones são diretamente selecionáveis por toque ou utilizando os botões de seta e **ENTER**. O ícone selecionado é sempre rodeado por uma moldura azul.

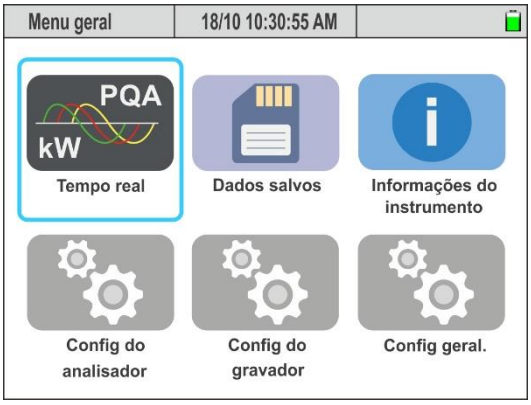


Fig. 6: Ecrã Menu Geral

Estão disponíveis os seguintes ícones

- **Tempo real** → Seção onde são exibidos os resultados das medições em tempo real (ver § 5.4)
- **Dados salvos** → Seção que contém a lista de todos os registos e operações guardados ou pelo instrumento (ver § 6.4)
- **Informações do instrumento** → Seção com informações gerais sobre o instrumento (ver § 6.5)
- **Config. do analisador** → Secção onde é possível definir configurações simples e avançadas relativas à ligação do instrumento à rede em teste (ver § 5.2)
- **Config. do gravador** → Secção onde é possível selecionar as configurações para cada gravação individual e obter informações sobre a autonomia do instrumento durante o funcionamento (ver § 5.3)
- **Config. geral** → Secção onde é possível definir os parâmetros do sistema do instrumento (ver § 5.1)

5.1. CONFIGURAÇÕES GERAIS DO INSTRUMENTO

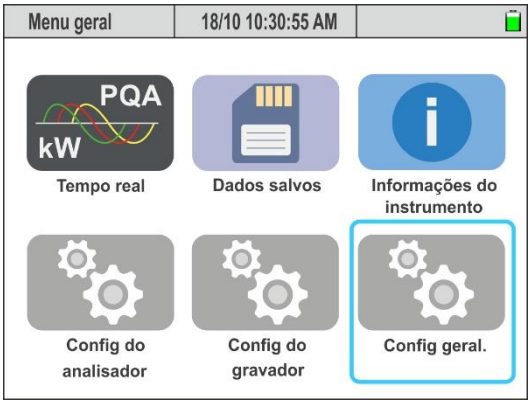


Fig. 7: Ecrã do Menu geral – Config. Gerais

Nesta secção é possível configurar os seguintes parâmetros de controlo do instrumento:

- Idioma do sistema
- Data/Hora do sistema
- Brilho do ecrã
- Password de proteção para as gravações
- Som associado aos botões
- Ativação/Desativação do "Desligar Automático"
- Nome do utilizador
- Cores associadas aos parâmetros (consoante o país selecionado)
- Ativação/desativação da ligação WiFi
- Configurando os parâmetros de conexão para a rede LAN Ethernet local

Clicar no botão **ENTER** (ou clicar o respetivo ícone no ecrã) para entrar no menu das "Config. Gerais". O instrumento apresenta os seguintes ecrãs, que podem ser selecionados com um deslizar vertical do dedo no ecrã tátil

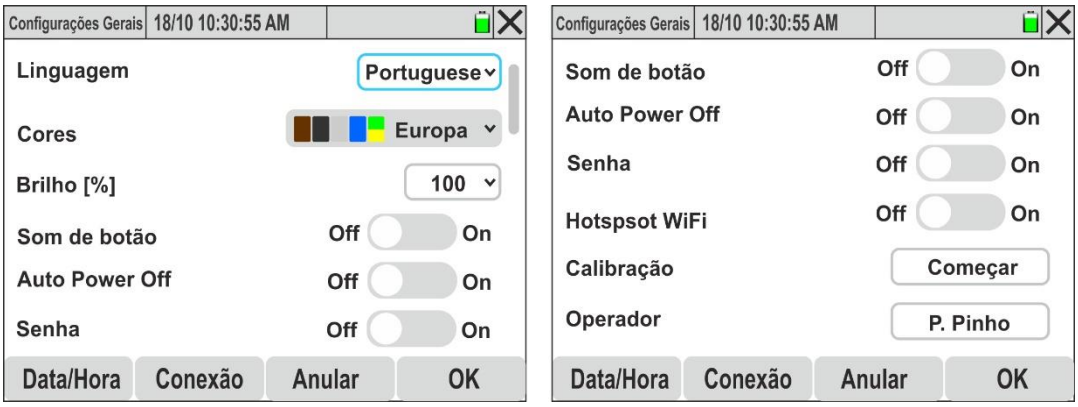


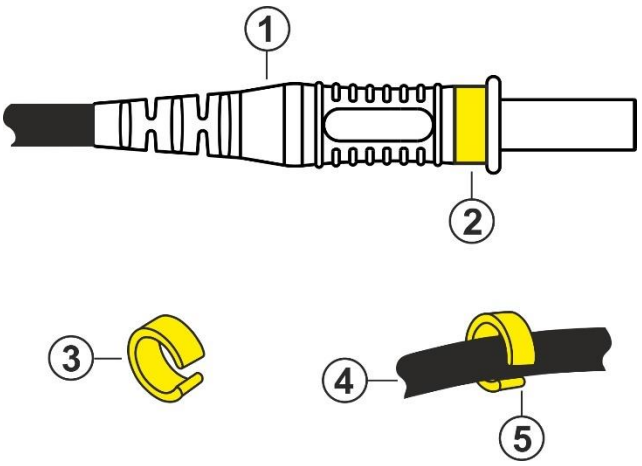
Fig. 8: Ecrã Definições Gerais

5.1.1. Configuração do linguagem do sistema

1. Abra o menu pendente "⌄" correspondente ao campo 'Línguagem"
2. Selecionar o idoma pretendido entre as opções disponíveis
3. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "OK", ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada. A mesma permanecerá ativa mesmo após desligar o instrumento
4. Clicar no ícone "☒", no botão **ESC** ou no botão **F3** para sair sem guardar

5.1.2. Definição cores dos cabos de medição e parâmetros internos

O instrumento permite a personalização da "cor" dos cabos de ligação (tensões e transdutores amperométricos) através da montagem dos **anéis coloridos** fornecidos nos mesmos, conforme mostrado na Fig. 9



LEGENDA:
1. Terminação do cabo de teste para medição de tensão
2. Montagem do anel colorido no terminal de medição de tensão
3. Anel colorido com abertura interligada
4. Cabo transdutor de pinça
5. Montagem do anel colorido no cabo do transdutor de pinça

Fig. 9: Montagem de anéis coloridos em terminais de medição

Da mesma forma, é possível personalizar a placa do conector de entrada (ver Fig. 2) aplicando-lhe uma etiqueta com as cores dos cabos. Um exemplo das cores "padrão" comumente utilizadas nos diversos países é mostrado na Tabela 1 a seguir. O instrumento também permite uma personalização semelhante das cores utilizadas para as grandezas elétricas exibidas nas diversas telas de medição.

	EU, new UK	Old UK, India	AUS, NZL	USA	Canada	CHN, RUS	JAP
L1							
L2							
L3							
N							
E							

Tabela 1: Lista de cores de fundo para ecrãs internos

1. Abra o menu pendente "⌄" correspondente ao campo "Cores"
2. Selecionar o país desejado entre as opções disponíveis. As cores correspondentes à Tabela 1 podem ser encontradas no campo correspondente
3. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "**OK**", ou no botão de função "**F4**" para guardar a configuração selecionada, que se mantém mesmo depois do instrumento ser desligado.
4. Clicar no ícone "☒" ou no botão **ESC** para sair sem guardar

ATENÇÃO

- Utilize os anéis do **KIT802**, fornecidos, para personalizar os cabos com as cores desejadas.
- O instrumento é fornecido com uma etiqueta neutra no lado do conector (ver Fig. 2). Aplicar a etiqueta com a cor de cabo desejada (dependendo do país selecionado) dentre os disponíveis no kit **YMETK0042HT0** fornecido seguindo as referências no neutro (ver Fig. 2 – parte 5)

5.1.3. Configuração do brilho do ecrã

1. Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente ao campo 'Brilho (%)"
2. Definir nível de brilho desejado, ajustando o valor dentro do intervalo: **0% ÷ 100%**
3. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "**OK**", ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que se mantém mesmo depois de o instrumento ser desligado
4. Clicar no ícone "☒" ou no botão **ESC** para sair sem guardar

5.1.4. Configuração do som dos botões

O instrumento permite associar um som curto à pressão de qualquer botão do painel frontal.

1. Ativar ou desativar o som deslizando o seletor virtual do campo "Som de botão" para a posição **"On"** (ativado) ou **"Off"** (desativado)
2. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "**OK**", ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que permanece mesmo depois de o instrumento ser desligado.
3. Clicar no ícone "☒", no botão **ESC** ou no botão F3 para sair sem guardar

5.1.5. Configuração do desligar automático

O instrumento permite a ativação ou desativação da função de desligar automático para prevenir a descarga inútil da pilha interna. Esta função, se selecionada, ativa-se sempre nas seguintes condições:

- Nenhuma ação for efetuada com os botões ou no ecrã durante cerca de **5 minutos**.
- Instrumento não estiver ligado ao alimentador externo.
- Instrumento não estiver em gravação

1. Mova o seletor virtual do campo "Auto Power Off" para a posição "**On**" ou "**Off**" com um toque
2. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "ão", ou no botão de função F4 para guardar a definição selecionada, que se mantém mesmo depois de o instrumento ser desligado.
3. Clicar no ícone "☒", no botão **ESC** ou no botão F3 para sair sem guardar

5.1.6. Configuração da proteção por palavra-passe

O instrumento possuiu uma senha de proteção fixa (não alterável) para evitar interrupções acidentais durante uma operação de registo em curso.

1. Ativar ou desativar a proteção clicando no seletor virtual no campo "Senha", alternando entre "**On**" (ativado) e "**Off**" (desativado)
2. Se ativado, ao pressionar o botão **GO/STOP**, o instrumento não interromperá o registo, mas irá solicitar a introdução da seguinte sequência de botões no prazo de 10 segundos:

F1, **F4**, **F3**, **F2**

3. Se a palavra-passe for inserida incorretamente o instrumento vai exibir a mensagem "Palavra-passe Incorreta" e será necessário repetir a operação
4. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "**OK**", ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que permanece mesmo depois de o instrumento ser desligado.
5. Clicar no ícone "☒", no botão **ESC** ou no botão **F3** para sair sem guardar

5.1.7. Configuração do Hotspot WiFi

O instrumento pode gerir uma ligação a um PC para descarregar os dados guardados na memória através de uma ligação WiFi, que pode ser ativada ou desativada nesta secção.

1. Ativar ou desativar a conectividade WiFi, clicando no seletor virtual no campo "**Hotspot WiFi**", alternando entre "**On**" (ativado) e "**Off**" (desativado)
2. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "**OK**", ou no botão de função **F4** para guardar a definição selecionada, que se mantém mesmo depois de o instrumento ser desligado.
3. Clicar no ícone "☒", no botão **ESC** ou no botão **F3** para sair sem guardar
4. Nota: Quando o WiFi estiver ativado, o símbolo "" irá aparecer na parte superior da janela (ver Fig. 5 - parte 5)

5.1.8. Calibração do ecrã tátil

Esta operação pode ser necessária se se verificar que certas funções no ecrã tátil não estão corretamente posicionadas ou não podem ser selecionadas com a caneta acessório PT400.

1. Selecionar a opção "**Começar**" no campo "Calibração". O instrumento vai de seguida apresentar a mensagem "Toque no canto superior esquerdo". Clique na parte superior do ecrã, perto da referência azul situada na margem esquerda (ver Fig. 10 - lado esquerdo)
2. O instrumento vai apresentar a mensagem "Toque no canto superior direito". Clique na parte superior do ecrã perto da referência azul na margem direita (ver Fig. 10 - lado direito)

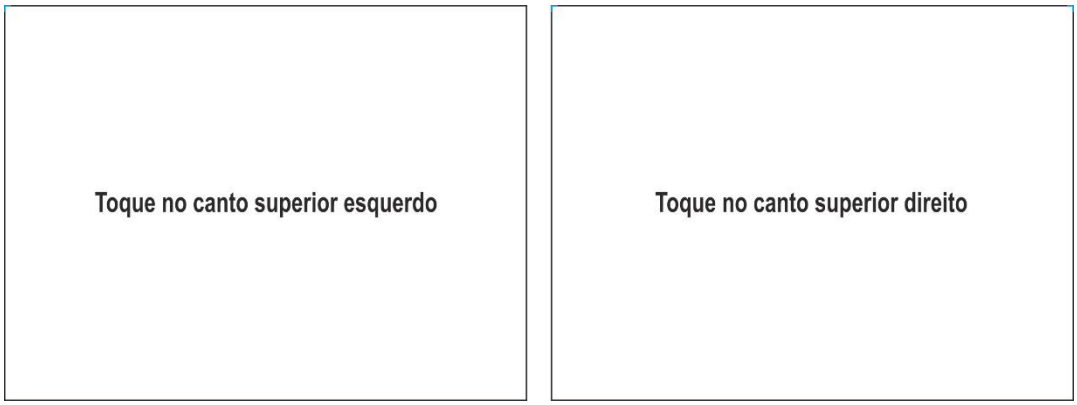


Fig. 10: Ecrãs de calibração – Parte superior

3. O instrumento vai apresentar a mensagem "Toque no canto inferior direito". Clicar na parte inferior do ecrã, perto da referência azul no canto direito (ver Fig. 11 - lado esquerdo)



Fig. 11: Ecrãs de calibração – Parte inferior

4. O instrumento emite a mensagem "Toque no canto inferior esquerdo". Clique na parte inferior do ecrã, perto da referência azul na margem esquerda (ver Fig. 11 - parte central)
5. Quando terminar, o instrumento vai apresentar o ecrã da Fig. 11 - lado direito
6. Clique no símbolo azul no canto superior esquerdo para concluir a operação e regressar ao ecrã do menu geral

5.1.9. Configuração do nome do utilizador

Esta opção permite incluir o nome do utilizador que realiza as medições com o instrumento. Este nome será incluído nos relatórios criados com o software de gestão.

1. Clique no campo incluído na secção “Operador”. O ecrã seguinte será exibido:



Fig. 12: Definição do nome do operador

2. Utilizar o teclado virtual alfanumérico para definir o nome do utilizador (**máx. 23 caracteres**) e confirmar a operação clicando no símbolo “✓”
3. Clicar ou no botão “**SAVE**”, ou no botão virtual “**OK**”, ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que permanece mesmo depois do instrumento ser desligado
4. Clicar no ícone “☒” ou no botão **ESC** para sair sem guardar

5.1.10. Configuração da data/hora

1. Clicar o botão **F1** ou toque em **Data/Hora** no visor. O ecrã seguinte será exibido.

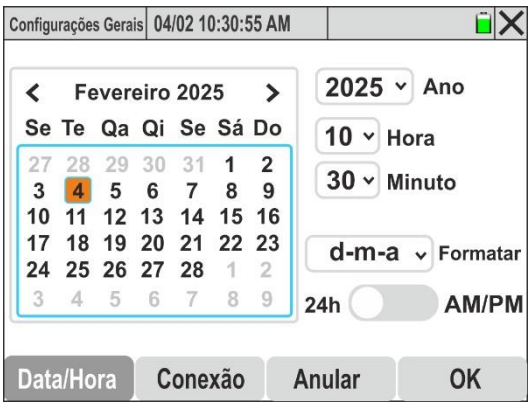


Fig. 13: Definição do Data/Hora

2. Abrir o menu suspenso “✓” do campo ’Ano” e selecionar o ano correspondente
3. No calendário, selecionar o mês desejado com o menu **<** o **>** e clicar no dia desejado, que será mostrado em cor de laranja
4. Abrir o menu suspenso “✓” dos campos ’Hora” e “Minuto” para definir a hora do sistema
5. Abrir o menu suspenso “✓” do campo ’Formato” e definir o formato de hora pretendido entre as opções: **d-m-a** (Dia-Mês-Ano), **a-m-d** (Ano-Mês-Dia), **a-d-m** (Ano-Dia-Mês)
6. Mover o seletor de formato virtual para a posição “**24h**” (formato de 24 horas) ou para a posição “**AM/PM**” (formato de 12 horas) com um toque
7. Clicar ou no botão “**SAVE**”, ou no botão virtual “**OK**”, ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que permanece mesmo depois de o instrumento ser desligado
8. Clicar no ícone “☒”, no botão **ESC** ou no botão F3 para sair sem guardar

5.1.11. Configuração de comunicação via rede Ethernet

O instrumento pode ser conectado a uma **rede LAN Ethernet local** e interrogado por um **PC conectado à mesma rede**

1. Premir o botão **F2** ou toque em "**Conexão**" no ecrã. O ecrã de Fig. 14 - parte esquerda será exibido

Modo DHCP (recomendado)

2. Selecione a opção "DHCP" no campo "IP" se você **não souber antecipadamente o endereço IP** associado à rede LAN interna
3. Conecte o cabo de rede da empresa ao instrumento na entrada RJ45 (ver Fig. 3 – parte 4) e confirme com "**OK**" ou pressione a tecla **F4**
4. **Desligue e ligue o instrumento novamente**. Voltando à seção de conexão, será exibido o endereço IP atribuído ao instrumento pelo roteador da rede (ver Fig. 14 – lado direito)

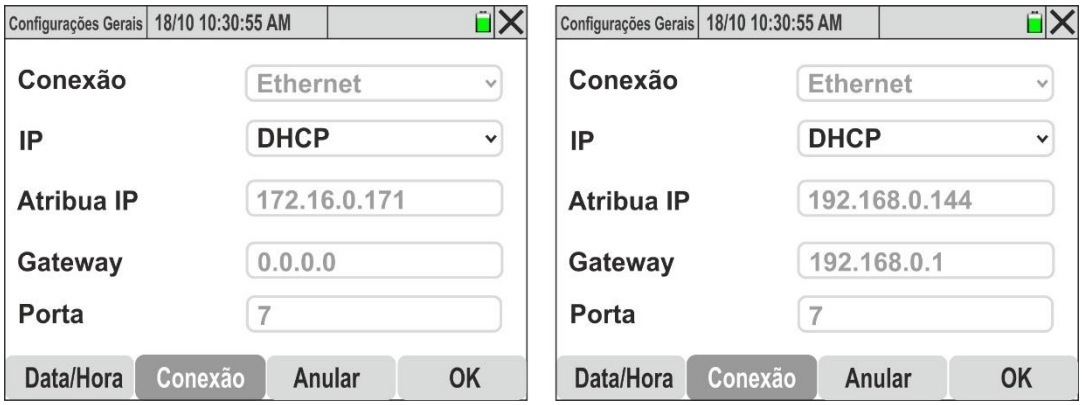


Fig. 14: Configuração de comunicação via rede Ethernet – modo DHCP

5. Anote o valor do endereço IP e retorne ao menu geral tocando em "**Anular**"

ATENÇÃO

As opções "Ethernet", "Gateway" e "Porta" de reconhecimento automático do endereço IP **não são editáveis** em modo DHCP

6. Instale o software **HTAgorà** no PC
7. Clique no ícone "**Preferências**". A seguinte janela é mostrada no display
8. Selecione a opção "**Rede**", insira o endereço IP do dispositivo previamente definido (ver Fig. 14 – lado direito) e confirme com "**OK**"
9. Execute o procedimento de detecção e conexão do instrumento conforme indicado no § 7

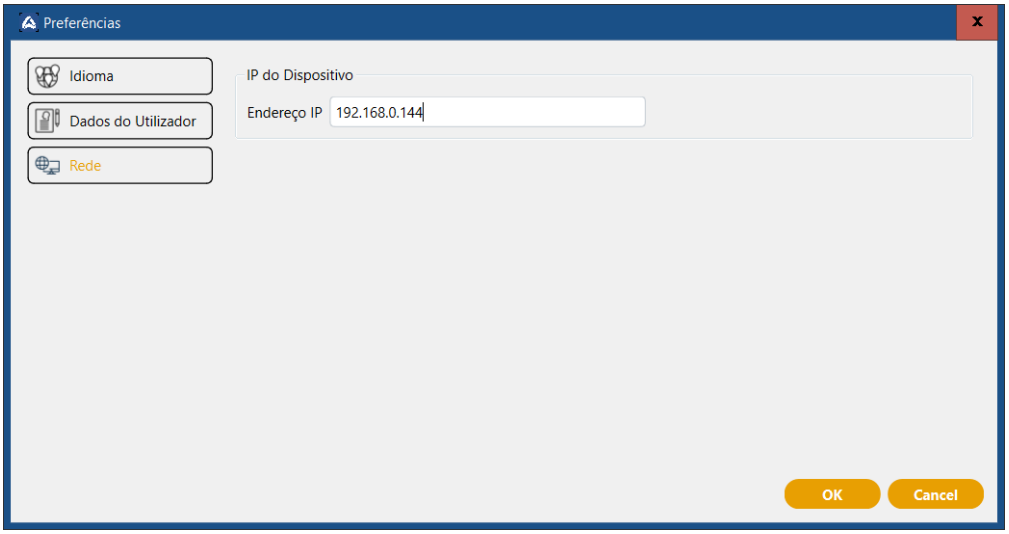


Fig. 15: Configuração de endereço IP no software HTAgorà – Modo DHCP

Modo IP estático

10. Caso queira definir manualmente os parâmetros de conexão da rede LAN, selecione a opção "**Def. por usuário**" no campo IP, conforme mostrado na Fig. 16

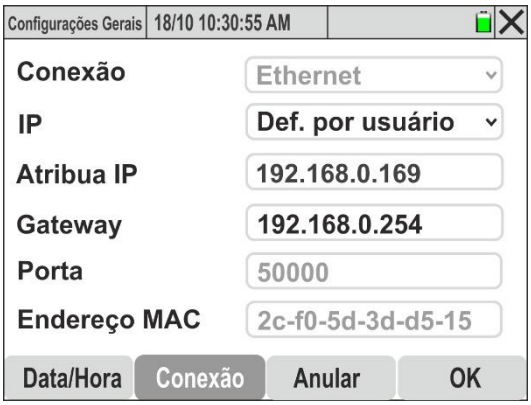


Fig. 16: Configuração de comunicação via rede Ethernet – Def. por usuário

ATENÇÃO

- O endereço MAC é exclusivo do instrumento em questão e claramente não pode ser alterado
- O número da porta usada para comunicação, que **não pode ser alterado**, é **50000**
- A comunicação entre o instrumento e o PC é possível nas seguintes condições:
  - Endereço IP definido **não utilizado** por outros dispositivos conectados à rede
  - O firewall da rede não introduz bloqueios para a porta de comunicação e/ou o endereço IP definido
  - O instrumento e o PC **estão conectados à mesma sub-rede** ou a duas sub-redes que podem se comunicar entre si

11. Toque no valor associado ao campo "**Atribuia IP**". A tela da Fig. 17 – lado esquerdo é mostrada no display



Fig. 17: Configurando parâmetros de rede Ethernet - Modo Def par usuário

12. Utilizar o teclado virtual para definir o valor do endereço IP e confirmar a operação clicando no símbolo "✓"
13. Clicar no valor associado ao campo "Gateway". O ecrã da Fig. 17 – parte direita será exibido
14. Utilizar o teclado virtual para definir o valor do "Gateway" e confirmar a operação clicando no símbolo "✓"
15. Instalar o software **HTAgorà** no PC remoto
16. Clicar no ícone "**Preferências**". A seguinte janela será apresentada no ecrã
17. Selecionar a opção "**Rede**", inserir o endereço IP do dispositivo previamente definido (ver Fig. 16) e confirmar com "**OK**"
18. Executar o procedimento de deteção e ligação do instrumento conforme indicado no § 7

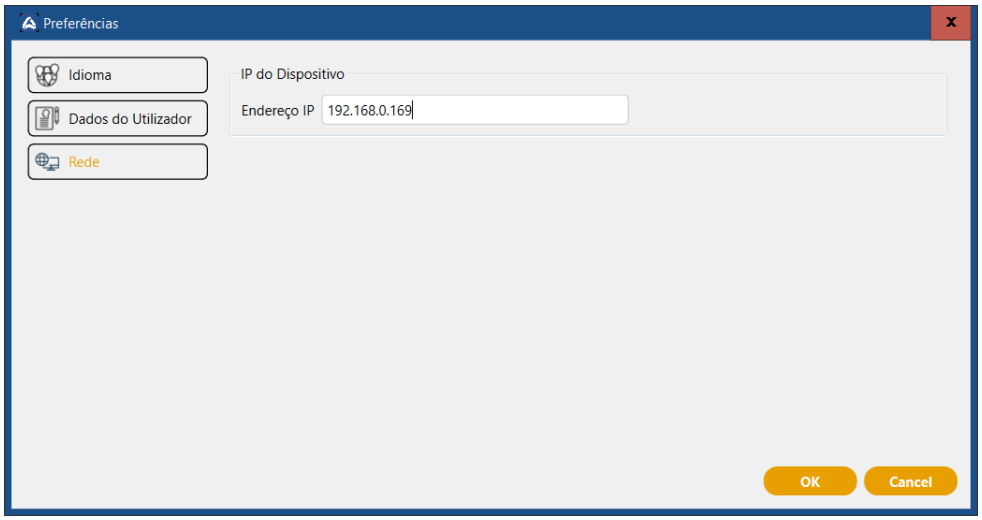


Fig. 18: Configuração de endereço IP no software HTAgorà – Modo Def.por usuário

5.2. CONFIGURAÇÕES DO ANALISADOR

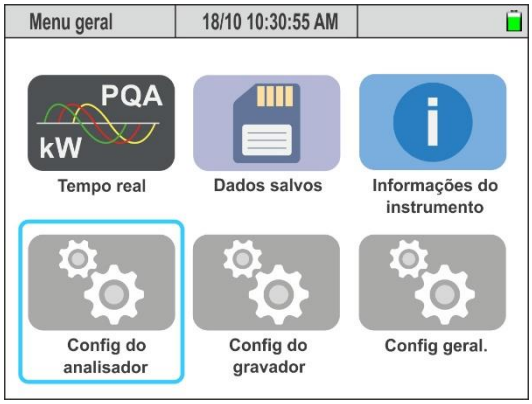


Fig. 19: Configuração do Analisador

Nesta secção, o instrumento permite efetuar seleções básicas e avançadas relacionadas com o tipo de sistema em teste. Em particular, é possível configurar:

- O tipo de sistema, a tensão nominal e a frequência
- O tipo de pinça amperimétrica para medições de corrente de fase
- O tipo de pinça amperimétrica para medições de corrente no neutro
- O fundo de escala das pinças utilizadas para medições de corrente de fase
- O fundo de escala da pinça utilizada para medições de corrente no neutro
- **No caso de conexão com TAs externos**, o fundo de escala do primário e secundário dos TAs presentes nos condutores fase e neutro
- A relação de transformação em caso de conexão com transformadores de tensão (TV) externos

ATENÇÃO

O instrumento também permite a configuração de diferentes tipos de transdutores para correntes de fase e corrente de neutro.

Clicar no botão **ENTER** (ou clicar no respetivo ícone no ecrã) para aceder ao menu "Configurações do Analisador". O instrumento exibirá os ecrãs seguintes, que podem ser selecionados, se necessário, deslizando verticalmente o dedo no ecrã tátil.

5.2.1. Configuração do tipo de sistema, Frequência e Tensão nominal

1. Selecionar o modo "Config. do analisador". O instrumento vai exibir o seguinte ecrã (com a seleção do país "Europa" – ver § 5.1.2)

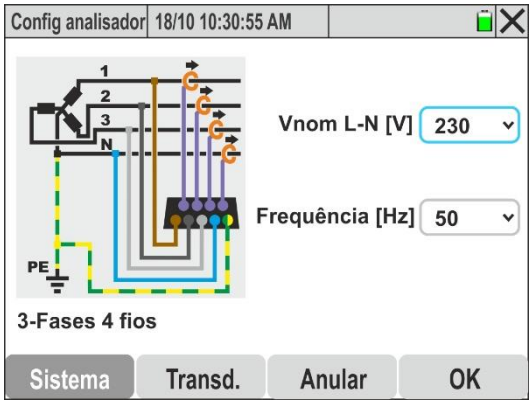


Fig. 20: Configuração do tipo de sistema, Frequência e Tensão nominal

2. **Clicar na figura apresentada no ecrã** para alterar o tipo de sistema elétrico em análise. O instrumento vai apresentar ciclicamente as seguintes opções:

   - Sistema **Monofásico 2 fios** (ver § 6.1.1)
   - Sistema **Trifásico 4 fios** (ver § 6.1.2)
   - Sistema **Trifásico 3 fios** (ver § 6.1.3)
   - Sistema **Trifásico 3 fios Aron** (ver § 6.1.4)
   - Sistema **Trifásico 4 fios com Tomada Central 3F HL** (ver § 6.1.5)
   - Sistema **Trifásico 3 fios Estrela Aberta 2F 2E** (ver § 6.1.6)
   - Sistema **Monofásico 3 fios com Tomada Central 1F PC** (ver § 6.1.7)

3. Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente ao campo "Vnom L-N o L-L"
4. Selecionar o valor da tensão nominal do sistema entre as seguintes opções: **100V,105V,110V,115V,120V,125V,127V,150V,190V200V,208V,216V,220V,230V,240V 250V,277V,346V,380V,400V,415V,433V,440V,480V,575V,690V**
5. Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente ao campo "Frequência"
6. Selecionar o valor da frequência do sistema entre as opções: **50Hz, 60Hz**
7. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "**OK**" ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que será mantida mesmo após desligar o instrumento
8. Clicar no ícone "☒" ou no botão **ESC** para sair sem guardar

5.2.2. Configuração do tipo de transdutores de pinça

O instrumento realiza medições de corrente nos seguintes modos:

- Medição direta com transdutores de pinça (com núcleo rígido ou flexível), permitindo a seleção de **diferentes modelos** para medições de corrente de fase e do neutro.
- Medição no secundário de transformadores de corrente (TA) **existentes na instalação** elétrica, utilizando transdutores de pinça (aplicação típica em sistemas de Média/Baixa Tensão - MT/BT).

1. Selecionar a opção "**Transd.**". O instrumento irá exibir o seguinte ecrã, cujas opções podem variar em função do tipo de sistema selecionado

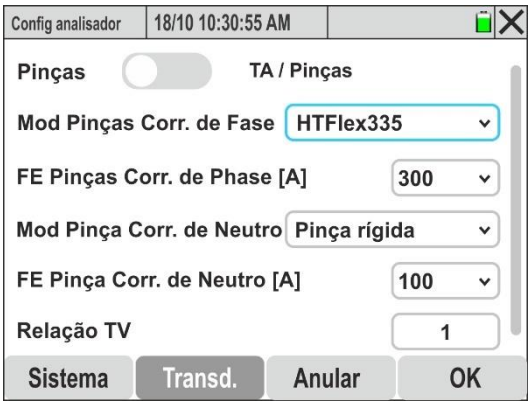


Fig. 21: Configuração dos transdutores de corrente e respetivos fundos de escala (FE)

2. Ativar a opção "Pinças" clicando no seletor virtual. Isso permitirá definir o tipo de pinça a ser utilizada para medição das correntes de fase e do neutro, bem como seus fundos de escala (FE).
3. Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente aos campos "Mod Pinças Corr. De Fase" e "Mod Pinça Corr. De Neutro" e selecionar o tipo de pinça entre as seguintes opções:

- **Pinça rígida** → transdutor de pinça padrão com toróde rígido (ver modelos na lista de acessórios incluída com o instrumento), compatível com o adaptador **ACON3F5M**.
- **HTFlex315** → transdutor de pinça flexível para corrente AC até **6000A**, com diâmetro interno máximo do toróde de **80mm**
- **HTFlex335** → transdutor de pinça flexível para corrente AC até **6000A**, com diâmetro interno máximo do toróde de **174mm**
- **HTFlex355** → transdutor de pinça flexível para corrente AC até **10000A**, com diâmetro interno máximo do toróde de **280mm**

4. Abrir o menu suspenso "✓" correspondente ao campo "**FE Pinças Corr. de Fase**" ou "**FE Pinça Corr. de Neutro**" e selecionar o valor do fundo de escala (FE) de acordo com o tipo de pinça escolhido anteriormente para a medição das correntes de fase e da corrente de neutro. Os seguintes valores estão disponíveis:

- **1A, 5A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** → Pinças com toróde rígido
- **300A, 3000A, 6000A** → Pinças flexíveis HTFlex315, HTFlex335
- **300A, 3000A, 10000A** → Pinça flexível HTFlex355

ATENÇÃO

- No caso de as pinças estarem equipadas com um seletor de fundo de escala (FE), **<u>para obter resultados de medição corretos</u>** é necessário que o FE ajustado no instrumento seja **sempre** o mesmo que o selecionado nas pinças.
- Os transdutores flexíveis não possuem um FE fisicamente selecionável, mas o instrumento permite ainda definir intervalos intermédios que permitem otimizar a resolução da medição
- Considere geralmente **0,5%FE** como o **valor mínimo mensurável** por transdutores de grampo, salvo indicação em contrário nas especificações técnicas do instrumento

5. Selecionar o campo "**Relação TV**" para definir o fator de transformação de eventuais transformadores de tensão (TV) presentes na instalação elétrica. O seguinte ecrã será exibido:



Fig. 22: Configuração do fator de transformação dos TV externos

6. Utilizar o teclado virtual para definir o valor da relação de transformação do TV e confirmar a operação clicando no símbolo "✓". O valor deve estar dentro do intervalo: **1 ÷ 9999**. Se for inserido um valor fora desse intervalo, o instrumento exibirá a indicação **[1…9999]**

ATENÇÃO

Manter sempre o valor predefinido "1", caso não haja Transformadores de Tensão (TV) no sistema, para garantir uma medição direta e correta da tensão.

7. Clicar ou no botão "**SAVE**", ou no botão virtual "**OK**" ou no botão de função **F4** para guardar as configurações selecionadas, que serão mantidas mesmo após o desligamento do instrumento
8. Clicar no ícone "☒", no botão **ESC** ou no botão **F3** para sair sem guardar

5.2.3. Configuração parâmetros para medição de corrente em TAs externos

1. Selecionar a opção "**Transd.**". O instrumento vai exibir no ecrã a seguinte interface, **cujas opções podem variar** em função do tipo de sistema selecionado. A Fig. 23 mostra um exemplo de um sistema **3-fase, 4 fios**



Fig. 23: Configuração parâmetros de corrente para TA externos (Sistema 3-fase 4-Fios)

2. **Com um toque, deslocar o seletor virtual para a posição "TA / Pinças"** para definir as correntes dos circuitos primário e secundário dos transformadores de corrente TA, o tipo de pinça para a medição das correntes de Fase e Neutro nos secundários dos TA e a relação de transformação de eventuais transformadores de tensão (TV) externos. Para informações sobre as ligações, ver § 10.8
3. Clicar no campo **"TA Fase: Corrente primária [A]"** para definir a corrente primária dos TA. O seguinte ecrã será exibido.

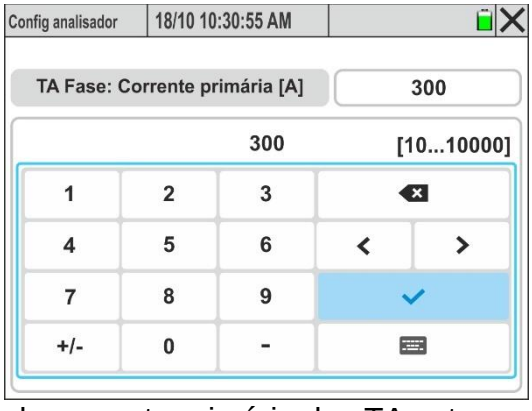


Fig. 24: Configuração da corrente primária dos TA externos no condutor de Fase

4. Utilizar o teclado virtual para definir o valor da corrente primária do TA e confirmar a operação clicando no símbolo "✓". O valor deve estar dentro do intervalo: **10A ÷ 10000A**. Caso se tente definir um valor fora deste intervalo, será exibida a indicação **[10…10000]**

5. Abrir o menu suspenso "✓" correspondente ao campo "**TA Fase: Corrente secundária [A]**" e selecionar uma das opções disponíveis: **1A** ou **5A** (no exemplo da Fig. 23, foi configurado um TA com relação **300A/5A**)
6. Abrir o menu suspenso "✓" correspondente ao campo "**FE Pinças Corr. de Fase [A]**" e selecionar o FE do transdutor de pinça conectado ao secundário do TA, escolhendo entre as opções: **1A, 5A, 10A**.
7. Clicar no campo "**TA Neutro: Corrente primária [A]**" para definir a corrente primária do TA no condutor de neutro. O seguinte ecrã será exibido:

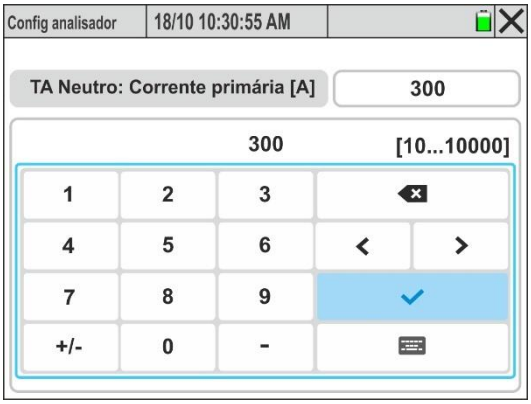


Fig. 25: Configuração da corrente primária de TA externo no condutor de neutro

8. Usar o teclado virtual para definir o valor da corrente primária do TA de neutro e confirmar a operação clicando no símbolo "✓". O valor deve estar dentro do intervalo de 10A a 10000A. Caso se tente definir um valor fora deste intervalo, será exibida a indicação **[10…10000]**
9. Abrir o menu suspenso "✓" correspondente ao campo **"TA Neutro: Corrente secundária [A]"** e selecionar uma das opções disponíveis: **1A** ou **5A** (no exemplo da Fig. 23, foi configurado um TA com relação **300A/5A**)
10. Abrir o menu suspenso "✓" correspondente ao campo "**FE Pinça Corr. de Neutro [A]**" e selecionar o FE do transdutor de pinça conectado ao secundário do TA de neutro, escolhendo entre as opções: **1A, 5A, 10A**.
11. Clicar no campo "**Relação TV**" para definir a relação de transformação de eventuais transformadores de tensão (TV) presentes na instalação em análise, de modo a obter leituras corretas associadas ao primário dos próprios transformadores. O seguinte ecrã será exibido:



Fig. 26: Configuração da relação de transformação de TVs externos

12. Utilizar o teclado virtual para definir o valor da relação de transformação do TV e confirmar a operação clicando no símbolo "✓". O valor deve estar dentro do intervalo: **1 ÷ 9999**. Caso se tente definir um valor fora deste intervalo, será exibida a indicação **[1…9999]**

ATENÇÃO

Manter sempre o valor predefinido “1” na ausência de transformadores de tensão (TV) na instalação, de forma a garantir uma medição direta correta da tensão.

13. Clicar ou no botão **“SAVE”**, ou no botão virtual **“OK”** ou no botão de função **F4** para guardar as configurações selecionadas, que serão mantidas mesmo após o desligamento do instrumento.
14. Clicar no ícone “☒”, no botão **ESC** ou no botão **F3** para sair sem guardar.

5.3. CONFIGURAÇÕES DO GRAVADOR

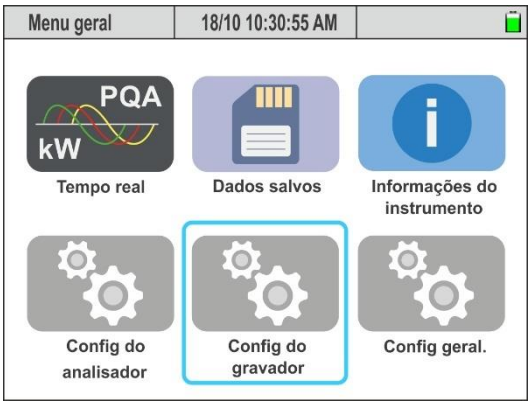


Fig. 27: Configurações do gravador

Nesta secção, o instrumento permite definir as seguintes operações:

- Inserção de eventuais comentários sobre o registo, que estarão presentes no relatório de impressão
- Configuração do **intervalo de agregação principal** (tempo entre dois registos consecutivos dos principais parâmetros da rede durante a campanha de registo).
- Configuração do **intervalo de agregação da Frequência** (tempo entre dois registos consecutivos do parâmetro Frequência durante a campanha de registo).
- Configuração do **intervalo de agregação dos parâmetros Harmónicos** (tempo entre dois registos consecutivos dos parâmetros de análise harmónica de tensões e correntes durante a campanha de registo).
- Definição do início e fim do registo.
- Ativação/desativação de análises avançadas, incluindo: Harmónicas, Interharmónicas, Anomalias de Tensão, Transitórios rápidos, Correntes de Arranque e Flicker.
- Utilização de configurações predefinidas, que permitem selecionar apenas alguns parâmetros, aumentando assim a autonomia do registo.

ATENÇÃO

- O instrumento regista **sempre** todos os parâmetros do sistema (máx. **3180**) **sem possibilidade de seleção manual**
- A autonomia do registo é calculada automaticamente pelo instrumento e apresentada no ecrã, de acordo com os intervalos de agregação definidos e com a seleção das análises avançadas e **é apresentado na parte superior esquerda do visor**. Este valor **varia dinamicamente** dependendo do cronograma do intervalo de agregação ou da utilização das configurações predefinidas.
- Os registos dos parâmetros principais, da Frequência e da análise Harmónica **utilizam intervalos de agregação separados e independentes**.
- A utilização de configurações predefinidas e a desativação das análises avançadas permitem aumentar a autonomia do registo
- Não é possível alterar os parâmetros de gravação se uma gravação já estiver em curso.

Clicar no botão **ENTER** (ou clicar no respetivo ícone no ecrã) para aceder ao menu “Config. do gravador”. O instrumento vai exibir os seguintes ecrãs, que podem ser selecionados, se necessário, deslizando verticalmente o dedo no ecrã tátil.

5.3.1. Configuração dos parâmetros de registo

1. Selecionar o modo **"Config. do gravador"**. O instrumento vai exibir o ecrã da Fig. 28 – parte esquerda

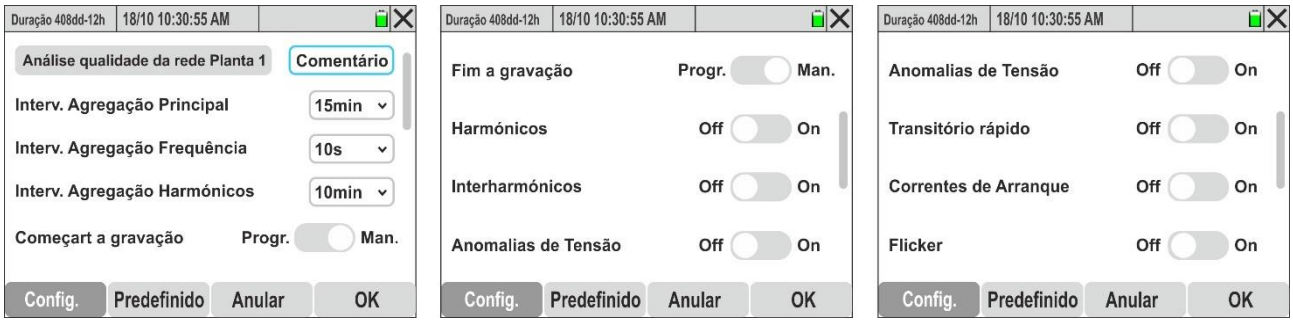


Fig. 28: Ecrãs de configurações do registo

2. Clicar no menu **"Config."** para aceder aos ecrãs de definição dos parâmetros de registo.
3. Clicar no campo **"Comentário"** para inserir um comentário personalizado, que também será exibido no relatório de impressão descarregado para o PC a partir do instrumento. O seguinte ecrã será exibido:

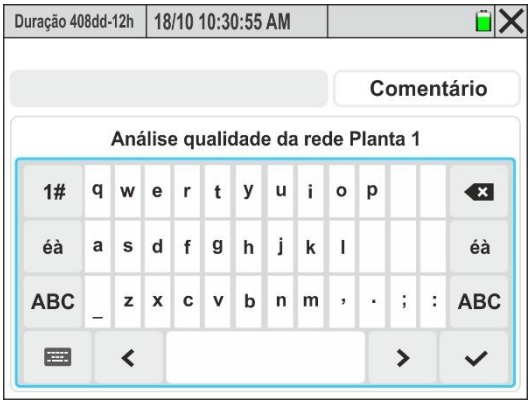


Fig. 29: Configuração do comentário no registo

4. Utilizar o teclado alfanumérico virtual interno para definir o comentário (**máx. 60 carateres**) e confirmar a operação clicando no símbolo "✓"
5. Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente ao campo "**Interv. Agregação Principal**".
6. Selecionar o intervalo de agregação principal (relativo às grandezas tensão, corrente, potência, fator de potência e energia) entre os seguintes valores: **0.2s, 3s, 10s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15 min, 30min, 60min,120min**

ATENÇÃO

Selecionando o **valor 0,2s**, apenas estarão disponíveis os valores RMS Médio, enquanto que para cada valor >0,2s estarão disponíveis os valores Médio, Máx. e Mín

7. Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente ao campo "**Interv. Agregação Frequência**"
8. Selecionar o intervalo de agregação relativo à Frequência entre os seguintes valores: **1s a 30s**, em incrementos de **1s**
9. Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente ao campo **"Interv. Agregação Harmónicos**"
10. Selecionar o intervalo de agregação para o registo dos valores das harmónicas de tensão e corrente entre os seguintes valores: **0.2s, 3s, 6s, 10s, 12s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15 min, 30min, 60min,120min**

11. Mover o seletor virtual do campo "**Começart a gravação**" para uma das seguintes posições:

- **Man.** → Início Manual do registo ao clicar no botão **GO/STOP**, com início no instante "00" seguinte após a pressão do botão
- **Progr.** → Início Programado do registo, **premindo previamente o botão GO/STOP** para colocar o instrumento em espera até à data/hora definida. Nesta condição, o ecrã da Fig. 30 – parte esquerda será exibido:

ATENÇÃO

- Certifique-se de que a data/hora de início da gravação **é sempre posterior** à data/hora atual
- Para colocar o instrumento em espera na data/hora de início definida, é ainda necessário premir o botão **GO/STOP**
- Após premir o botão **GO/STOP**, o instrumento apresentará o ícone de espera "REC" na parte superior do visor e começará a gravar quando a data/hora definida for atingida.

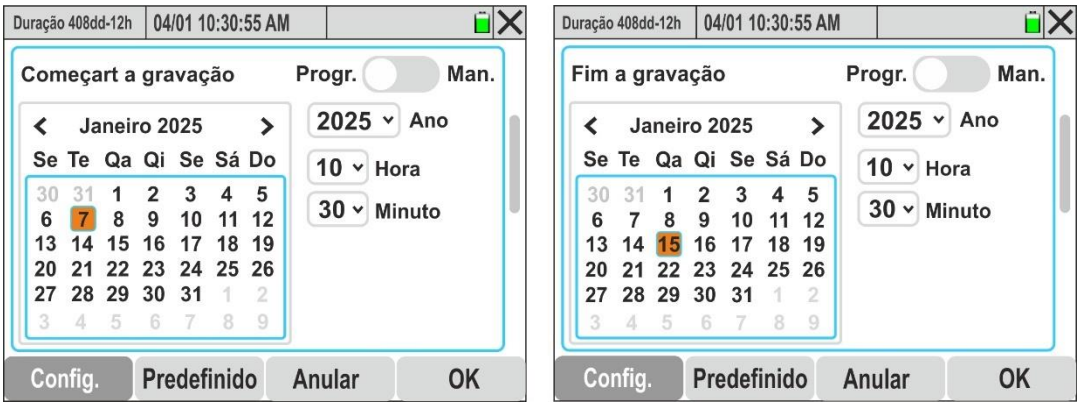


Fig. 30: Configuração da data de Início/Fim do registo programado

12. Abrir o menu suspenso "⌄" do campo **"**Ano**"** e selecionar o ano correspondente.
13. No calendário, selecione o mês de referência com o menu < ou > e toque no dia desejado, que será mostrado em cor de laranja.
14. Abrir o menu suspenso "⌄" dos campos **"**Hora**"** e **"**Minuto**"** e definir a hora de início do registo.
15. Clicar ou no botão **SAVE**, ou no botão virtual **OK** ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que será mantida mesmo após desligar o instrumento.
16. Mover o seletor virtual do campo **"Fim a gravação"** para uma das seguintes posições:

- **Man.** → Término Manual do registo ao clicar no botão **GO/STOP**.
- **Progr.** → Término Programado do registo na data/hora definida no instrumento. Nesta condição, o ecrã da Fig. 30 – parte direita será exibido

17. Abrir o menu suspenso "⌄" do campo **"**Ano**"** e selecionar o ano correspondente.
18. No calendário, utilizar os menus **<** o **>** para selecionar o mês desejado e clicar no dia pretendido, que será exibido a laranja.
19. Abrir o menu suspenso "⌄" dos campos **"**Hora**"** e **"**Minuto**"** e definir a hora de fim do registo.

ATENÇÃO

Certificar-se de que a data/hora de fim do registo seja **sempre posterior** à data/hora de início do registo. Caso contrário, o instrumento vai exibir uma mensagem de erro no ecrã.

20. Mover o seletor virtual do campo **"Harmónicos"** para a posição **"On"** (ativação do registo da análise harmónica) ou para a posição **"Off"** (desativação do registo da análise harmónica). O seguinte ecrã será exibido:

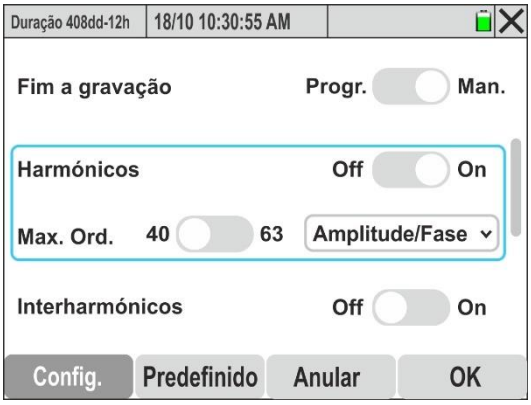


Fig. 31: Ativação/Desativação do registo dos parâmetros da análise harmónica

21. Os seguintes parâmetros podem ser selecionados:

- **Max. Ord**. → Ordem máxima das harmónicas de tensão e corrente (incluindo THD% e componente DC) registadas pelo instrumento, com as opções: **40** ou **63**
- Abrir o menu suspenso "⌄" correspondente ao campo e selecionar o tipo de parâmetros a serem registados pelo instrumento, escolhendo entre: "**Amplitude**" (das harmónicas em valor absoluto) e "**Amplitude/Fase**" (registo completo da amplitude e fase das harmónicas)

22. Mover o seletor virtual do campo **"Interharmónicos"** (harmónicas de tensão e corrente que **NÃO são múltiplos inteiros da frequência fundamental**) para a posição **"On"** (ativação do registo de interharmónicas) ou para a posição **"Off"** (desativação do registo de interharmónicas).

23. Mover o **seletor virtual** do campo **"Anomalias de Tensão"** (ver § 10.1) para a posição **"On"** (ativação do registo de anomalias de tensão) ou para a posição **"Off"** (desativação do registo de anomalias de tensão). O seguinte ecrã será exibido:

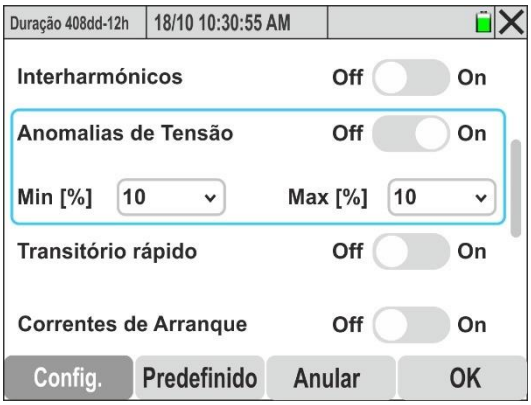


Fig. 32: Ativação/Desativação do registo de Anomalias de Tensão

- Abrir o menu suspenso "⌄" do campo **"Min [%]"** para selecionar o valor percentual **Mínimo** da tensão em relação à tensão nominal do sistema (ver § 5.2.1) para a deteção de quedas e interrupções de tensão, no intervalo: **1% a 30%**, com incrementos de **1%**.
- Abrir o menu suspenso "⌄" do campo **"Max [%]"** para selecionar o valor percentual **Máximo** da tensão em relação à tensão nominal do sistema (ver § 5.2.1) para a deteção de picos de tensão, no intervalo: **1% a 30%**, com incrementos de **1%**.

24. Mover o seletor virtual do campo **"Transitório rápido"** (ver § 10.6) para a posição **"On"** (ativação do registo de transitórios rápidos de tensão com uma **resolução mínima de 1µs**) ou para a posição **"Off"** (desativação do registo de transitórios rápidos de tensão). O ecrã da Fig. 33 será exibido:

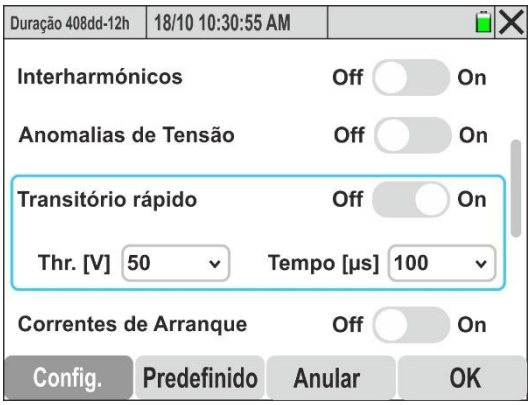


Fig. 33: Ativação/Desativação do Registo de Transitórios Rápidos de Tensão (Spikes)

25. Abrir o menu suspenso "⌄" do campo "**Thr. [V]"** para definir o valor de tensão limite, acima do qual o evento será detetado e registado pelo instrumento, dentro do intervalo: **200V ÷ 8000V**, com incrementos de **50V**.
26. Abrir o menu suspenso "⌄" do campo **"Tempo [µs]"** para definir o intervalo de deteção temporal do evento, dentro do intervalo: **100µs ÷ 1000µs**, com incrementos de **100µs**.
27. Mover o **seletor virtual** do campo "**Correntes de Arranque**" (ver § 10.3) para a posição **"On"** (ativação do registo de eventos de eventos relacionados com as correntes de arranque de máquinas elétricas) ou para a posição **"Off"** (desativação do registo de correntes de arranque). O ecrã da Fig. 34 – parte esquerda será exibido:

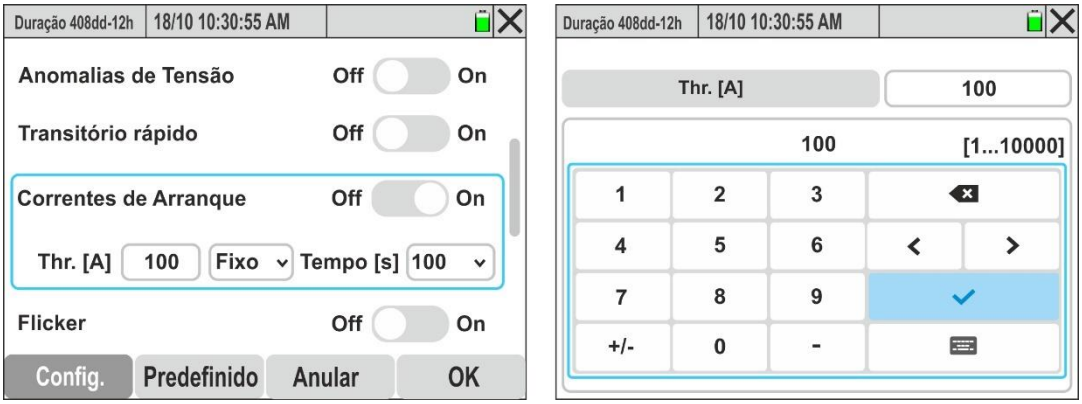


Fig. 34: Ativação/Desativação do registo de correntes de arranque

28. Clicar no campo "**Thr. [A]**" para definir o limite de corrente, acima do qual o evento de corrente de arranque será detetado e registado pelo instrumento. O ecrã da Fig. 34 – parte direita será exibido

29. Utilizar o teclado virtual para definir um valor sempre incluído no intervalo de **5% ÷ 95% do valor FE das pinças conectadas** às entradas do instrumento para garantir medições corretas.
30. Abrir o menu suspenso "⌄" do campo central para selecionar o tipo de deteção da corrente de arranque. As opções disponíveis são: **Fixo** (O evento é detetado quando a corrente ultrapassa o limite definido) ou **Var** (O evento é detetado quando a diferença entre dois valores RMS calculadas en 2 semiperiodo é superior ao limite definido).
31. Abrir o menu suspenso "⌄" do campo **"Tempo [s]"** para definir o intervalo de deteção temporal do evento, dentro do intervalo: **0.2s ÷ 10.0s**, com incrementos de **0.2s**
32. Mover o seletor virtual do campo **"Flicker"** para a posição **"On"** (ativação do registo do fenómeno Flicker nas tensões de entrada do instrumento, conforme as normas IEC/EN 61000-4-15) ou para a posição **"Off"** (desativação do registo de Flicker).
33. Clicar ou no botão **SAVE**, ou no botão virtual **OK** ou no botão de função **F4** para guardar a configuração selecionada, que será mantida mesmo após o desligamento do instrumento.
34. Clicar no ícone "☒" ou no botão **ESC** para sair sem guardar.

5.3.2. Definir configurações predefinidas

Para auxiliar antes de iniciar uma gravação, a ferramenta permite selecionar definições predefinidas correspondentes a situações típicas encontradas em sistemas elétricos industriais. A ferramenta permite a escolha de **2 configurações predefinidas**, que podem ser guardadas e recuperadas pelo utilizador a qualquer momento. A seleção destas definições define automaticamente o instrumento **apenas** para os parâmetros necessários para a gravação ou para os escolhidos pelo utilizador. As definições padrão são:

1. **Default**: Configuração padrão de fábrica. Esta configuração ativa o registo de **TODOS os parâmetros medidos** pelo instrumento, sem possibilidade de seleção manual.
2. **EN50160**: Configuração dos parâmetros para qualidade da energia de acordo com a norma EN50160, incluindo: anomalias de tensão, análise harmónica de tensões, flicker, e deteção de transitórios rápidos de tensão (ver § 10.2.2).

1. Selecionar o menu "**Predefinido**". O instrumento vai exibir o ecrã seguindo:

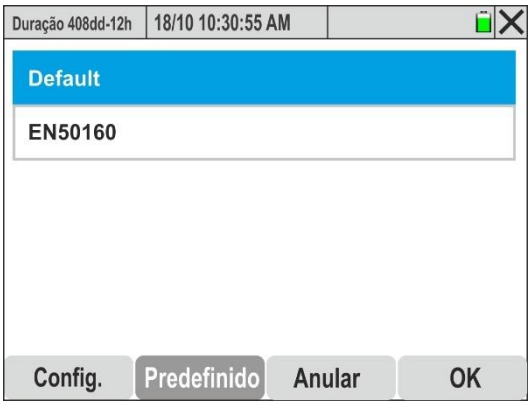


Fig. 35: Ecrã de configurações predefinidas

2. Clicar numa das configurações apresentadas no ecrã e confirmar com **"OK"**. O instrumento selecionará automaticamente apenas os parâmetros necessários para a execução do registo pretendido, otimizando também a autonomia do registo.

5.4. FUNÇÃO TEMPO REAL

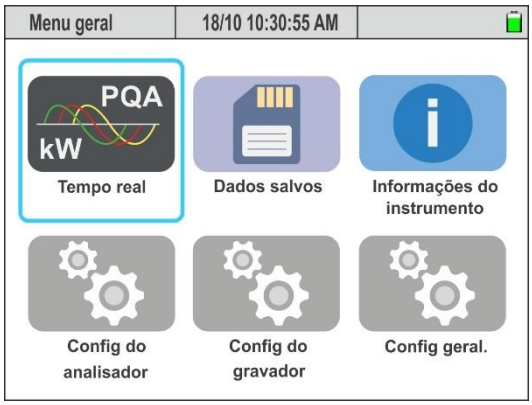
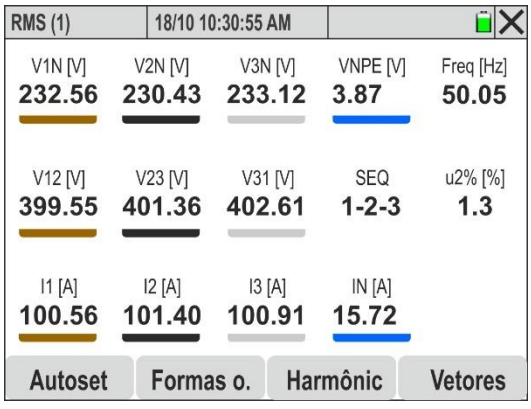


Fig. 36: Função Tempo real

Nesta secção, o instrumento apresenta em tempo real os valores das medições efetuadas nos canais de entrada, bem como os valores calculados internamente, incluindo tensões e correntes AC TRMS, globalidade dos parâmetros elétricos para cada fase individualmente e no total, valores de Flicker, dissimetria nas tensões, visualização das formas de onda de tensões e correntes para cada fase e no total, visualização das harmónicas e interharmónicas de tensão e corrente até à 63° ordem para cada fase e no total, e um diagrama vetorial onde são representadas as tensões e correntes com os respetivos ângulos de defasagem, permitindo determinar a natureza das cargas.

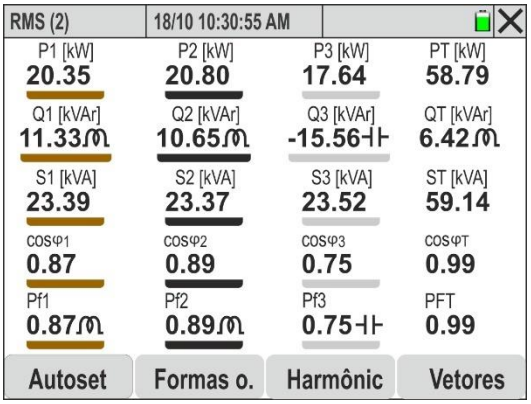
5.4.1. Visualização de valores numéricos

A título de exemplo, são exibidos abaixo os ecrãs de um sistema **Trifásico, 4 fios + PE**, com o país selecionado definido como **Europa**. Considerações semelhantes aplicam-se a qualquer outro sistema de medição e país selecionado. **Os ecrãs são exibidos em rotação, podendo ser percorridos deslizando horizontalmente no ecrã tátil ou utilizando os botões de seta ◀ e ▶).** O número de ecrãs disponíveis depende do tipo de sistema considerado.



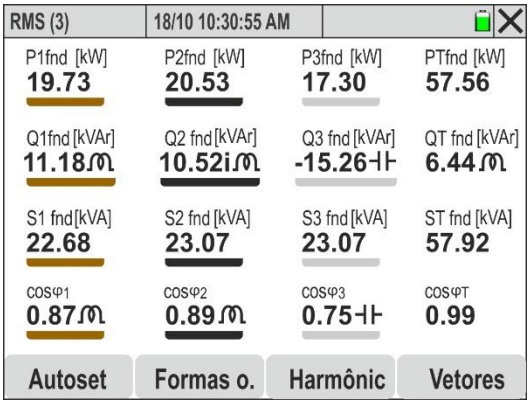
LEGENDA DOS PARÂMETROS
V1N → Tensão Fase-Neutro da Fase L1
V2N → Tensão Fase-Neutro da Fase L2
V3N → Tensão Fase-Neutro da Fase L3
VNPE → Tensão Neutro-PE
V12 → Tensão entre Fase L1 e Fase L2
V23 → Tensão entre Fase L2 e Fase L3
V31 → Tensão entre Fase L3 e Fase L1
u2% → Valor percentual da dissimetria das tensões
SEQ → Indicação do sentido cíclico das fases:
"1-2-3" → Correto
"1-3-2" → Incorreto
"-2-3" → Tensão nula na Fase L1
"1--3" → Tensão nula na Fase L2
"1-2-" → Tensão nula na Fase L3
"1--" → Tensão nula nas Fases L2 e L3
"-2-" → Tensão nula nas Fases L1 e L3
"-*-3" → Tensão nula nas Fases L1 e L2
Freq → Frequência das tensões
I1 → Corrente na Fase L1
I2 → Corrente na Fase L2
I3 → Corrente na Fase L3
IN → Corrente no condutor de Neutro

Fig. 37: Página 1/9: Valores numéricos de tensão e corrente



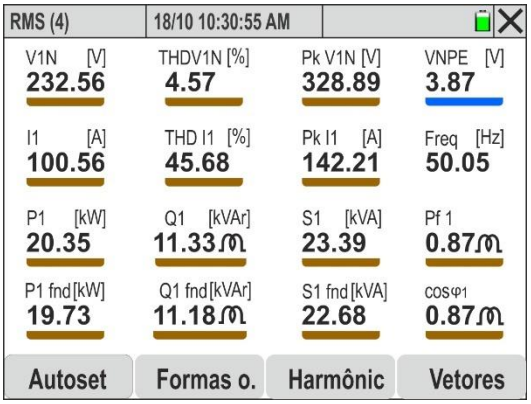
LEGENDA DOS PARÂMETROS
P1, P2, P3 → Potência ativa nas fases L1, L2, L3
PT → Potência ativa total do sistema
Q1, Q2, Q3 → Potência reativa nas fases L1, L2, L3
QT → Potência reativa total do sistema
S1, S2, S3 → Potência aparente nas fases L1, L2, L3
ST → Potência aparente total do sistema
cosφ1, cosφ2, cosφ3, cosφT → Fator de potência entre as fundamentais de tensão e corrente nas fases L1, L2, L3 e no total (ᗰ = carga indutiva; ⊣⊢ = carga capacitiva)
Pf1, Pf2, Pf3, PFT → Fator de potência nas fases L1, L2, L3 e no total (ᗰ = carga indutiva; ⊣⊢ = carga capacitiva)

Fig. 38: Página 2/9: Valores de potência e fatores de potência



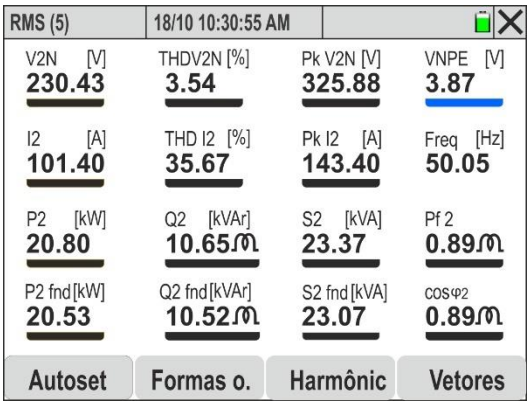
LEGENDA DOS PARÂMETROS
P1fnd, P2fnd, P3fnd → Potência ativa **fund** L1, L2, L3
PTfnd → Potência ativa **fund** total do sistema
Q1fnd, Q2fnd, Q3fnd → Potência reativa **fund** L1, L2, L3
QTfnd → Potência reativa **fund** total do sistema
S1fnd, S2fnd, S3fnd → Potência aparente **fund** L1, L2, L3
STfnd → Potência aparente **fund** total do sistema
cosφ1, cosφ2, cosφ3, cosφT → Fator de potência entre **fundamentais de tensão e corrente** nas fases L1, L2, L3 e no total (ᗰ = carga indutiva; ⊣⊢ = carga capacitiva)

Fig. 39: Página 3/9: Valores de potência e fatores de potência des fundamentais de U e I



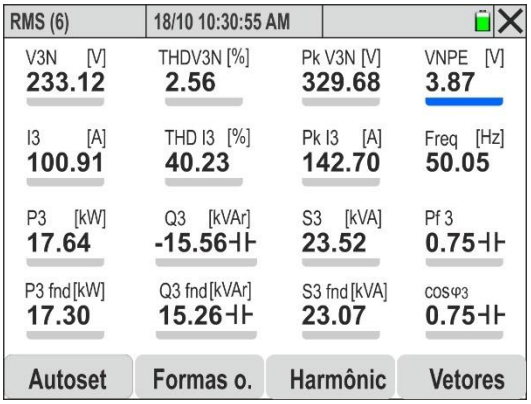
LEGENDA DOS PARÂMETROS
V1N → Tensão entre Fase L1 e Neutro
THDV1N → Distorção harmónica total da tensão V1N
PkV1N → Valor de pico da tensão V1N
VNPE → Tensão entre Neutro e PE
I1 → Corrente na Fase L1
THDI1 → Distorção harmónica total da corrente I1
PkI1 → Valor de pico da corrente I1
Freq → Frequência da tensão
P1/Q1/S1 → Potências ativa/reativa/aparente na Fase L1
Pf1 → Fator de potência na Fase L1
P1fnd → Potência ativa fundamentais na Fase L1
Q1fnd → Potência reativa fundamentais na Fase L1
S1fnd → Potência aparente fundamentais na Fase L1
cosφ1 → Fator de potência fundamentais U e I Fase L1

Fig. 40: Página 4/9 – Valores globais da Fase 1



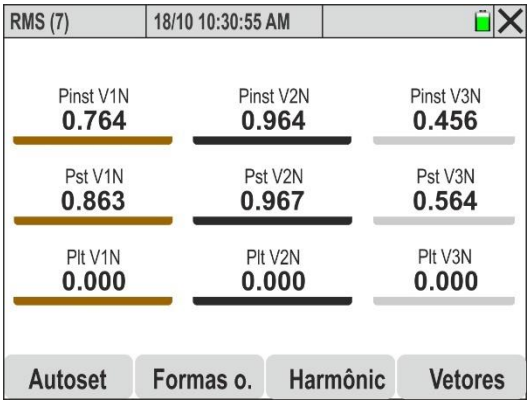
LEGENDA DOS PARÂMETROS
V2N → Tensão entre Fase L2 e Neutro
THDV2N → Distorção harmónica total da tensão V2N
PkV2N → Valor de pico da tensão V2N
VNPE → Tensão entre Neutro e PE
I2 → Corrente na Fase L2
THDI2 → Distorção harmónica total da corrente I2
PkI2 → Valor de pico da corrente I2
Freq → Frequência da tensão
P2/Q2/S2 → Potências ativa/reativa/aparente na Fase L2
Pf2 → Fator de potência na Fase L2
P2fnd → Potência ativa fundamentais na Fase L2
Q2fnd → Potência reativa fundamentais na Fase L2
S2fnd → Potência aparente fundamentais na Fase L2
cosφ2 → Fator de potência fundamentais U e I Fase L2

Fig. 41: Página 5/9 – Valores globais da Fase 2



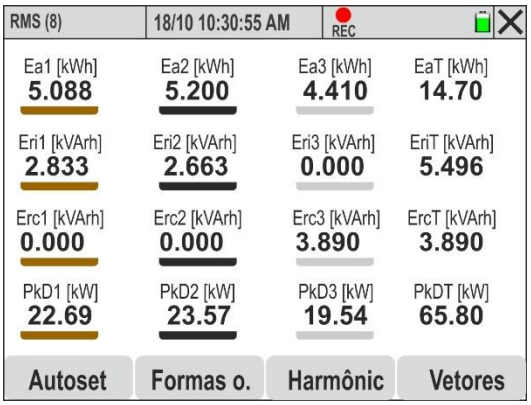
LEGENDA DOS PARÂMETROS:
V3N → Tensão entre Fase L3 e Neutro
THDV3N → Distorção harmónica total da tensão V3N
PkV3N → Valor de pico da tensão V3N
VNPE → Tensão entre Neutro e PE
I3 → Corrente na Fase L3
THDI3 → Distorção harmónica total da corrente I3
Freq → Frequência da tensão
P3/Q3/S3 → Potências ativa/reativa/aparente na Fase L3
Pf3 → Fator de potência na Fase L3
P3fnd → Potência ativa fundamentais na Fase L3
Q3fnd → Potência reativa fundamentais na Fase L3
S3fnd → Potência aparente fundamentais na Fase L3
cosφ3 → Fator de potência fundamentais U e I Fase L3

Fig. 42: Página 6/9 – Valores globais da Fase 3



LEGENDA DOS PARÂMETROS:
Pinst V1N → Valor instantâneo do Flicker na tensão V1N
Pinst V2N → Valor instantâneo do Flicker na tensão V2N
Pinst V3N → Valor instantâneo do Flicker na tensão V3N
Pst V1N → Severidade de curto do Flicker na tensão V1N
Pst V2N → Severidade de curto do Flicker na tensão V2N
Pst V3N → Severidade de curto do Flicker na tensão V3N
Plt V1N → Severidade de longo do Flicker na tensão V1N
Plt V2N → Severidade de longo do Flicker na tensão V2N
Plt V3N → Severidade de longo do Flicker na tensão V3N

Fig. 43: Página 7/9: Valores do Flicker nas tensões de entrada

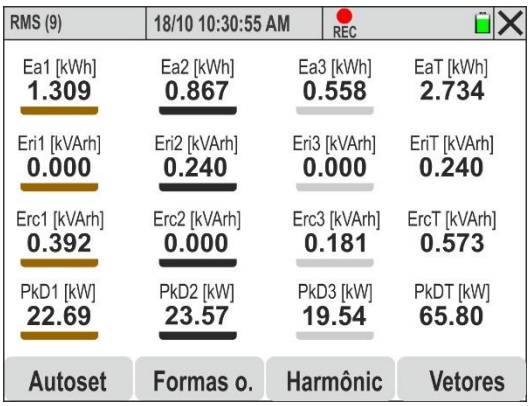


LEGENDA DOS PARÂMETROS:
Ea1, Ea2, Ea3 → Energia ativa absorvida nas fases L1, L2, L3
EaT → Energia ativa absorvida total
Eri1, Eri2, Eri3 → Energia reativa indutiva absorvida L1, L2, L3
EriT → Energia reativa indutiva absorvida total
Erc1,Erc2,Erc3 → Energia reativa capacitiva absorvida L1,L2,L3
ErcT → Energia reativa capacitiva absorvida total
PkD1 → Valor de pico da energia absorvida na fase L1
PkD2 → Valor de pico da energia absorvida na fase L2
PkD3 → Valor de pico da energia absorvida na fase L3
PkDT → Valor de pico da energia absorvida total

Fig. 44: Página 8/9 – Valores da Energia Absorvida

ATENÇÃO

- Os valores da energia absorvida pela instalação **são exibidos apenas durante um registo ou após a sua conclusão**.
- Os valores da energia absorvida **são reinicializados ao iniciar um novo registo ou ao desligar o instrumento.**



LEGENDA DOS PARÂMETROS:
Ea1, Ea2, Ea3 → Energia ativa gerada nas fases L1, L2, L3
EaT → Energia ativa gerada total
Eri1, Eri2, Eri3 → Energia reativa indutiva gerada L1, L2, L3
EriT → Energia reativa indutiva gerada total
Erc1, Erc2, Erc3 → Energia reativa capacitiva gerada L1, L2, L3
ErcT → Energia reativa capacitiva gerada total
PkD1 → Valor de pico da energia gerada na fase L1
PkD2 → Valor de pico da energia gerada na fase L2
PkD3 → Valor de pico da energia gerada na fase L3
PkDT → Valor de pico da energia gerada total

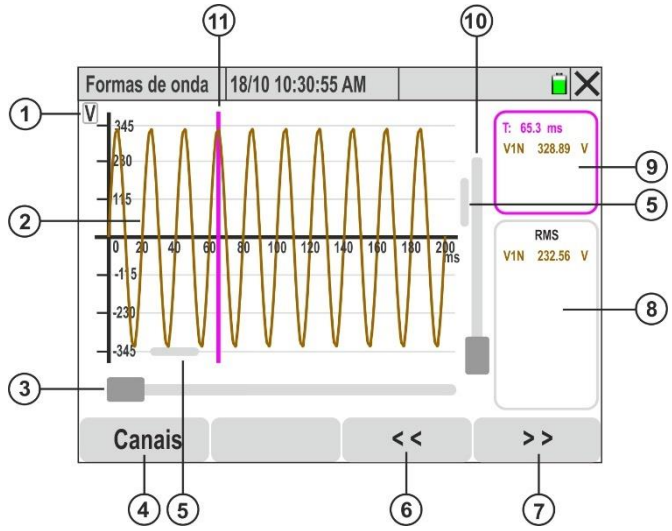
Fig. 45: Página 9/9 – Valores da Energia Gerada

ATENÇÃO

- Os valores da energia gerada pela instalação **são exibidos apenas durante um registo ou após a sua conclusão**.
- Os valores da energia gerada **são reiniciados ao iniciar um novo registo ou ao desligar o instrumento**.

5.4.2. Visualização das formas de onda dos sinais

A título de exemplo, são exibidos abaixo os ecrãs de um sistema **Trifásico, 4 fios**, com o país selecionado definido como **Europa**. Considerações semelhantes aplicam-se a qualquer outro sistema de medição e país selecionado. O número de ecrãs disponíveis depende do tipo de sistema considerado. **Quando um ecrã com valores numéricos está ativo**, é possível alternar para a visualização das formas de onda das grandezas tensão e corrente de entrada a qualquer momento, premindo o botão **F2** ou clicando no botão virtual "**Formas o.**". O significado dos símbolos utilizados é exibido na Fig. **46**. Para interagir com a janela das formas de onda, **recomenda-se** o uso da caneta acessório PT400..



LEGENDA:

1. Indicação da grandeza apresentada (**V** = tensão, **A** = corrente).
2. Forma de onda da grandeza selecionada na secção **"Canais"**.
3. Cursor de **Zoom horizontal**.
4. Botão **"Canais"** para seleção das grandezas a visualizar.
5. Cursores para deslocação da forma de onda nos eixos **horizontal** e **vertical**.
6. Botão para deslocação da forma de onda para a esquerda no eixo horizontal (**Zoom ativo**).
7. Botão para deslocação da forma de onda para a direita no eixo horizontal (**Zoom ativo**).
8. Secção de visualização dos valores TRMS das grandezas selecionadas.
9. Secção de visualização dos valores instantâneos das grandezas e do eixo do tempo.
10. Cursor de **Zoom vertical**.
11. Cursor de visualização dos valores instantâneos no gráfico.

Fig. 46: Descrição dos símbolos presentes no ecrã de formas de onda

ATENÇÃO

- O instrumento transfere sempre 1024 pontos para cada grandeza, correspondendo a **10 formas de onda consecutivas** (máx. 200 ms @ 50 Hz e 167 ms @ 60 Hz) (ver Fig. **46**)
- O eixo das ordenadas padrão é o do lado esquerdo, onde é exibido o fundo de escala (FE) da tensão ou da corrente selecionada. O eixo das ordenadas direito corresponde à corrente quando se selecionam simultaneamente tensão e corrente.
- O FE exibido é ajustado automaticamente com as operações de zoom e/ou deslocação realizadas pelo utilizador.
- **Clicar em qualquer ponto do gráfico** para exibir o cursor fúcsia de visualização dos valores instantâneos (ver Fig. **46** – parte 11). Para ocultar o cursor, clicar na secção da Fig. **46** – parte 9.

ATENÇÃO

- **<u>Clicar em pontos da forma de onda</u>** para mover o cursor fúcsia até à posição desejada e ler o valor na secção da Fig. **46**– parte 9. Utilizar os botões de seta ◀ e ▶ para deslocar o cursor com precisão no eixo do tempo, em incrementos de 0.1 ms.
- É possível selecionar até **<u>4 canais simultaneamente</u>** da **<u>mesma grandeza</u>** (tensão ou corrente) ou visualizar **<u>tensão e corrente de uma única fase</u>** (**<u>V1N&I1, V2N&I2, V3N&I3</u>**).
- O nível máximo de Zoom horizontal permite visualizar **<u>um período</u>** completo da forma de onda do sinal selecionado.
- Utilizar a caneta acessório PT400 para mover os cursores de deslocação (ver Fig. 46 – parte 5) e focar pontos específicos da forma de onda que se pretende analisar.

1. Clicar no botão **"Canais"** (ver Fig. **46** – parte 4). O seguinte ecrã será exibido.

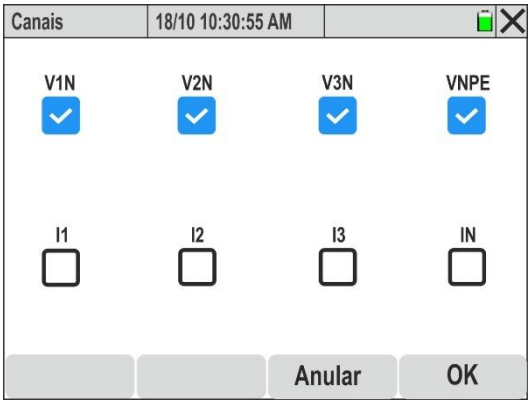


Fig. 47: Seleção de Canais para visualização das formas de onda

2. Realizar uma das seguintes seleções possíveis:
   - Tensões → **Até 4 sinais** simultaneamente (V1N, V2N, V3N, VPE)
   - Correntes → **Até 4 sinais** simultaneamente (I1, I2, I3, IN)
   - Tensões e Correntes → **Até 2 sinais** simultaneamente (V1N&I1, V2N&I2, V3N&I3 ou VNPE&IN)
3. Confirmar com "OK" ou selecionar "Anular" para sair sem efetuar alterações. Neste último caso, a seleção dos sinais permanecerá igual à anterior
4. **<u>Com a seleção das 4 tensões</u>**, as formas de onda entre as fases e o neutro, bem como a tensão entre neutro e terra, são apresentadas na figura seguinte:

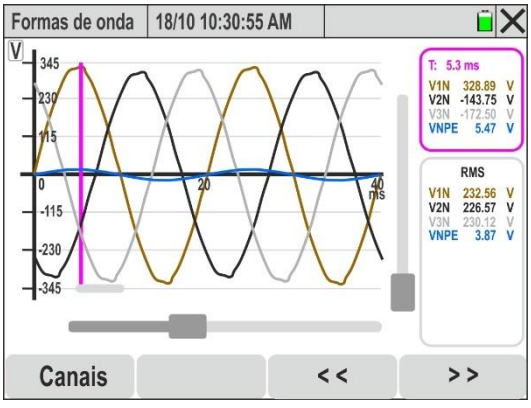


Fig. 48: Visualização das formas de onda das Tensões

5. **Com a seleção das 4 correntes**, as formas de onda das correntes das fases individuais e do neutro são apresentadas na figura seguinte

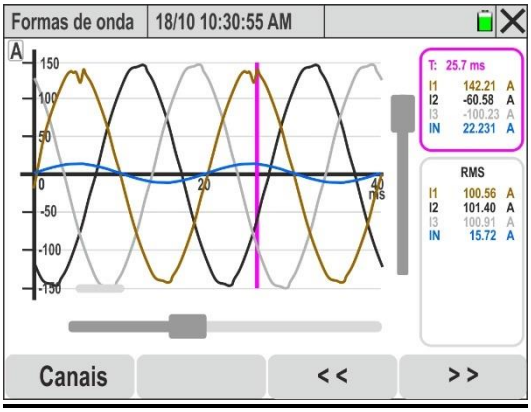


Fig. 49: Visualização das formas de onda das Correntes

6. **Com a seleção das tensões e correntes de fases individuais**, as formas de onda simultâneas (por exemplo, referentes à Fase L1) são apresentadas na figura seguinte:

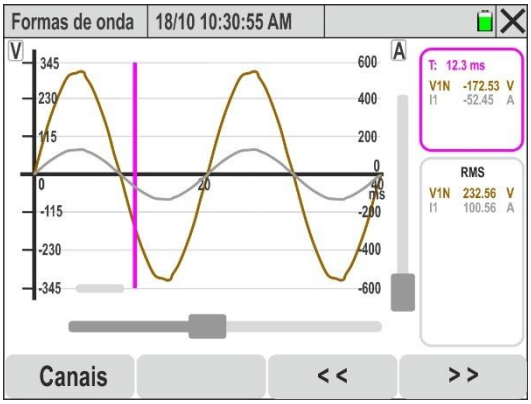


Fig. 50: Visualização das formas de onda de Tensão e Corrente na Fase L1

7. **Utilizar o cursor de Zoom horizontal** (ver Fig. 42 – parte 3) para expandir a forma de onda no eixo do tempo, conforme mostrado na Fig. 47 – parte esquerda)

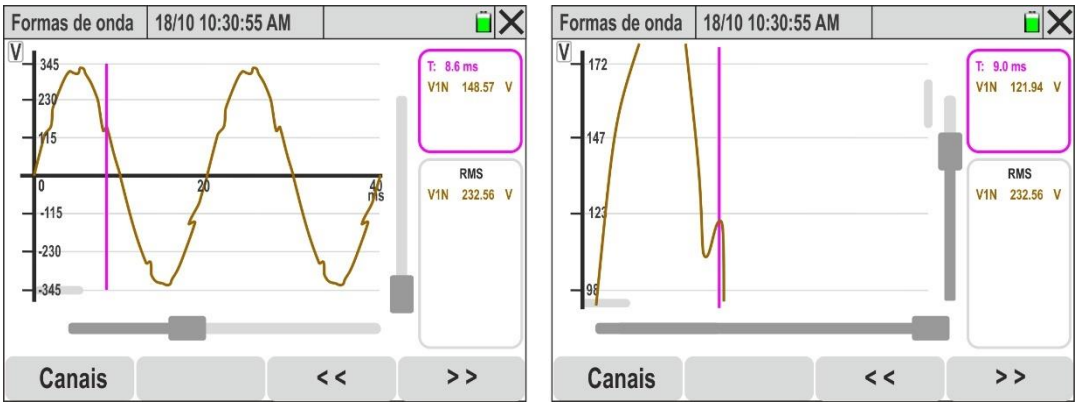


Fig. 51: Visualização das formas de onda com Zoom Ativo

8. **Utilizar os cursores de Zoom horizontal e vertical** (ver Fig. 42 – partes 3 e 10) **e os cursores de deslocação horizontal e vertical** (ver Fig. 42 – parte 5) para expandir globalmente a forma de onda, permitindo visualizar os detalhes desejados, conforme mostrado na Fig. 47 – parte direita.)

5.4.3. Visualização da análise harmónica

Quando um ecrã com valores numéricos está ativo, é possível alternar para a visualização das tabelas e gráficos em histograma da análise harmónica de tensões, correntes e potências, premindo o botão F3 ou clicando no botão virtual “Harmónic.”. O significado dos símbolos é mostrado na Fig. 52 abaixo. **Recomenda-se** a utilização da caneta PT400 para a utilização da janela de formas de onda.

A título de exemplo, são exibidos abaixo os ecrãs de um sistema **Trifásico, 4 fios + PE,** com o país selecionado definido como **Europa**. Considerações semelhantes aplicam-se a qualquer outro sistema de medição e país selecionado. O número de ecrãs disponíveis depende do tipo de sistema considerado.



LEGENDA:

1. Indicação da grandeza apresentada (**V** = tensão, **A** = corrente, **W** = potência, **%** = valor percentual).
2. Gráfico em **histograma** da grandeza selecionada na secção **“Config. → Canais”**.
3. Cursor de **Zoom horizontal**.
4. Botão **“Config.”** para selecionar as grandezas e o modo de visualização.
5. Cursores de **deslocação dos gráficos** nos eixos horizontal e vertical.
6. Botão **“Tab. Dados”** para exibir os valores numéricos.
7. Botão de deslocação para a esquerda nos gráficos no eixo horizontal (**apenas com Zoom ativo**) e **incremento da ordem harmónica**.
8. Botão de deslocação para a direita nos gráficos no eixo horizontal (**apenas com Zoom ativo**) e **decremento da ordem harmónica**.
9. Secção de visualização dos valores do THD% relativo às grandezas selecionadas.
10. Secção de visualização dos valores instantâneos das amplitudes ou fases das harmónicas selecionadas no gráfico.
11. Cursor de **Zoom vertical**.
12. Cursor de visualização dos valores instantâneos no gráfico.

Fig. 52: Descrição dos símbolos presentes no ecrã de Harmónicos

ATENÇÃO

- **<u>Clicar no número correspondente à ordem da harmónica</u>** para exibir o cursor fúcsia de seleção no gráfico em histograma e os valores instantâneos (ver Fig. 48 – parte 12). Para ocultar o cursor, clicar na secção da Fig. 52 – parte 10.
- Utilizar os botões de seta ◀ e ▶ ou os botões de deslocação (ver Fig. 52 – partes 7 e 8) para mover o cursor fúcsia para a harmónica da ordem desejada (da DC até à 63.°)

1. Clicar no botão “Configurações” (ver Fig. 52 – parte 4). O seguinte ecrã será exibido

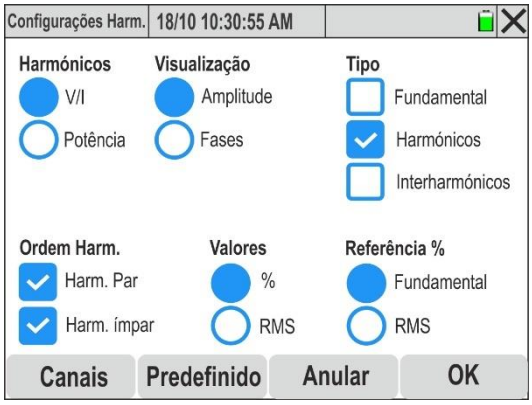


Fig. 53: Seleção das configurações de visualização dos gráficos de Harmónicos

2. As seguintes opções podem ser configuradas:
   - **Harmónicos** → Visualização das harmónicas de **V** e **I** ou de **Potência**
   - **Visualização** → Exibição da **Amplitude** ou da **Fase** das harmónicas
   - **Tipo** → Visualização simultânea das **Fundamental, Harmónicos** e **Interharmónicos**
   - **Ordem Harm.** → Visualização das **Harmónicas Pares** ou **Impares**, podendo ser exibidas simultaneamente.
   - **Valores** → Exibição dos valores das harmónicas em **percentagem (%)** ou em valores **absolutos (RMS)**.
   - **Referência %** → Exibição percentual da **THD%** (distorção harmónica total) ou da **TID%** (interharmónicas), em relação à **amplitude da fundamental** ou ao **valor RMS** das grandezas de tensão e corrente.
3. Clicar **“Predefinido”** para restaurar configurações padrão apresentadas na Fig. 53
4. Confirmar com **“OK”** ou clicar em **“Anular”** para sair sem aplicar alterações.
5. Clicar no botão **“Canais”**. O seguinte ecrã será exibido:

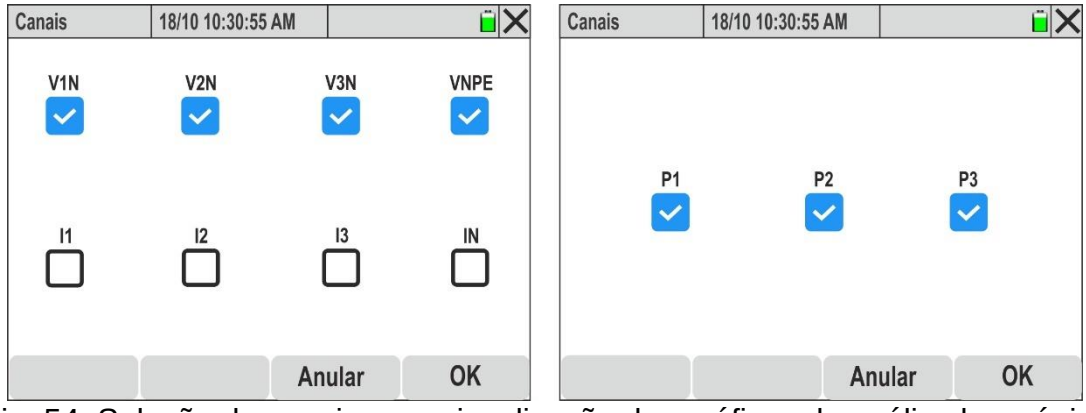


Fig. 54: Seleção de canais para visualização dos gráficos da análise harmónica

6. Escolher uma das seguintes opções de seleção de canais:
   - Tensões → **Até 4 sinais** simultaneamente (V1N, V2N, V3N, VPE).
   - Correntes → **Até 4 sinais** simultaneamente (I1, I2, I3, IN).
   - Tensões e Correntes→ **Até 2 sinais** simultaneamente (V1N&I1, V2N&I2, V3N&I3 ou VNPE&IN).
   - Potências → **Até 3 sinais** simultaneamente (P1, P2, P3).

7. Confirmar com **"OK"** ou clicar em **"Anular"** para sair sem aplicar alterações. Neste último caso, a seleção dos sinais permanecerá igual à anteriormente definida
8. **Com a seleção das 4 tensões,** os gráficos em histograma das tensões V1N, V2N, V3N e VNPE são exibidos na Fig. 55 – parte esquerda.

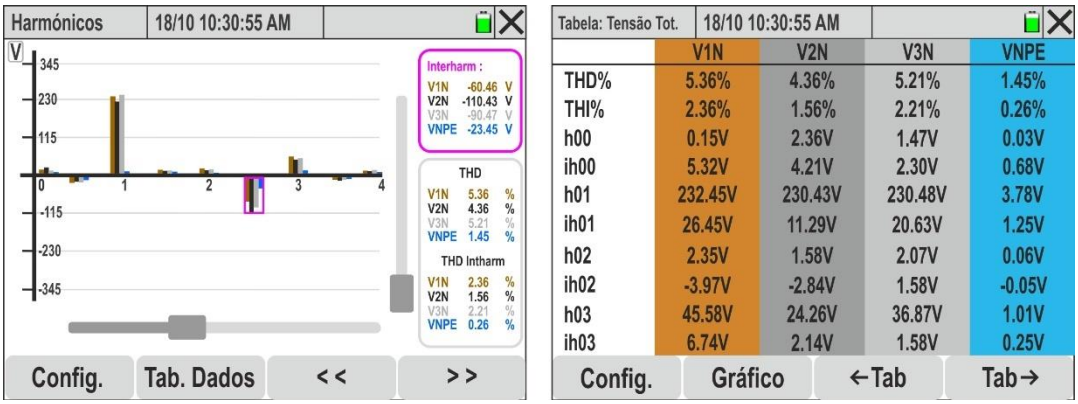


Fig. 55: Análise Harmónica das Tensões em formato numérico e gráfico

9. No ecrã, são apresentadas as **amplitudes das harmónicas selecionadas** em formato **"%" ou "RMS"**, bem como os valores percentuais da **THD** (distorção harmónica total das harmónicas) e, se selecionada, a **THI** (distorção harmónica total das interharmónicas).
10. Clicar no botão **"Tab. Dados"** para alternar para a visualização numérica. O ecrã da **Fig. 51 – parte direita** será exibido. Os parâmetros **"hxx"** indicam a amplitude da harmónica xx, enquanto os parâmetros **"ihxx"** representam a amplitude da interharmónica xx para cada canal selecionado
11. Clicar nos botões "**←Tab**" ou "**Tab→**" para navegar respetivamente para a página **anterior** ou **seguinte** dos parâmetros
12. **Com a seleção das 4 correntes**, os gráficos em histograma das correntes I1, I2, I3 e IN são exibidos na Fig. 56 – parte esquerda.

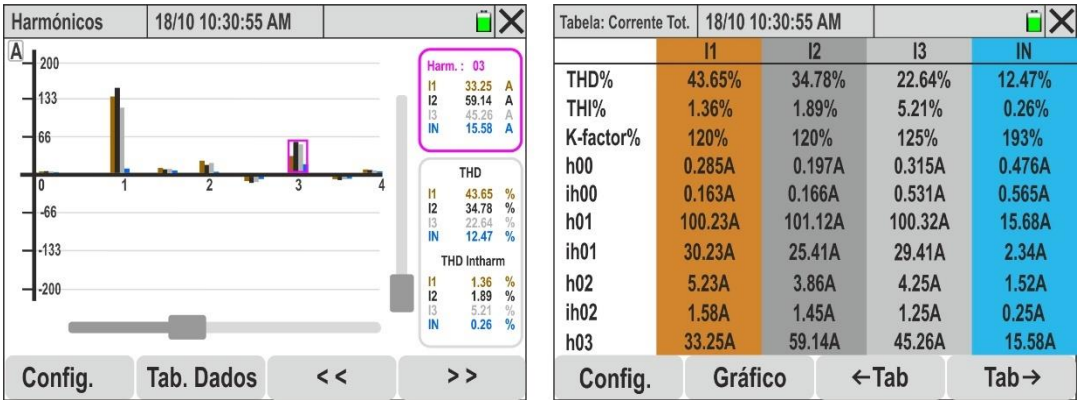


Fig. 56: Análise Harmónica das Correntes em formato numérico e gráfico

13. No ecrã, são apresentadas as amplitudes das harmónicas selecionadas em formato "%" ou "RMS", bem como os valores percentuais da **THD** (distorção harmónica total das harmónicas), e, se selecionada, a **THI** (distorção harmónica total das interharmónicas), além dos valores percentuais do **Fator K** (ver § 10.2.5)
14. Clicar no botão **"Tab. Dados"** para alternar para a visualização numérica. O ecrã da Fig. 55 – parte direita será exibido. Os parâmetros **"hxx"** indicam a amplitude da harmónica xx, enquanto os parâmetros **"ihxx"** representam a amplitude da interharmónica xx para cada canal selecionado
15. Clicar nos botões "**←Tab**" o "**Tab→**" para navegar respetivamente para a página **anterior** ou **seguinte** dos parâmetros
16. **Com a seleção dos sinais de tensão e corrente de cada fase**, os gráficos em histograma das combinações V1N&I1, V2N&I2, V3N&I3 ou VNPE&IN são exibidos na Fig. 57

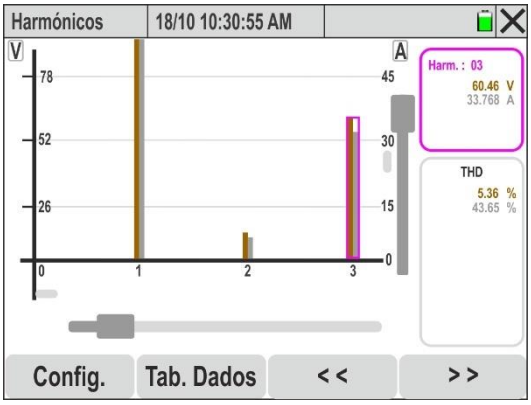


Fig. 57: Análise Harmónica de Tensão e Corrente para cada fase individual

17. No ecrã, são apresentadas as amplitudes das harmónicas de tensão e corrente selecionadas em formato "%" ou "RMS", bem como os valores percentuais da "**THD**" (distorção harmónica total das harmónicas) e, se selecionada, a "**THI**" (distorção harmónica total das interharmónicas), com escalas de medição diferentes para cada grandeza. Utilizar as ferramentas de Zoom vertical/horizontal e as barras de deslocação para obter uma visualização mais precisa dos valores desejados.
18. Clicar no botão **"Tab. Dados"** para alternar para a visualização numérica. O ecrã da Fig. 55 – parte direita será exibido. Os parâmetros **"hxx"** indicam a **a**mplitude da harmónica xx, enquanto os parâmetros **"ihxx"** representam a amplitude da interharmónica xx para cada canal selecionado
19. **Com a seleção das 4 tensões ou das 4 correntes**, os gráficos em histograma dos ângulos de fase em relação à origem das grandezas V1N, V2N, V3N, VNPE ou I1, I2, I3, IN são exibidos na Fig. 58 – parte esquerda.

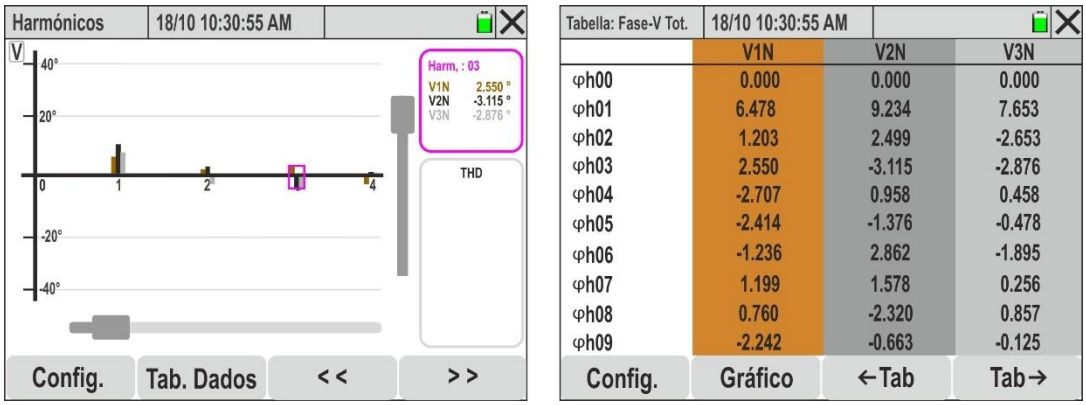


Fig. 58: Análise Harmónica dos ângulos de fase para sinais de Tensão

20. No ecrã, são exibidos os gráficos dos ângulos de fase das harmónicas de tensão selecionadas em formato “%” ou “°”, com escalas de medição diferentes para cada grandeza. Utilizar as ferramentas de Zoom vertical/horizontal e as barras de deslocação para obter uma visualização mais precisa dos valores desejados.
21. Clicar no botão **“Tab. Dados”** para alternar para a visualização numérica. O ecrã da Fig. 58 – parte direita será exibido. Os parâmetros “**φhxx**” indicam a amplitude da harmónica xx para cada canal selecionado.
22. Clicar nos botões “**←Tab**” ou “**Tab→**” para navegar respetivamente para a página **anterior** ou **seguinte** dos parâmetros.
23. **Com a seleção das 3 potências ativas**, os gráficos em histograma das grandezas P1, P2 e P3 são exibidos na Fig. 59 – parte esquerda

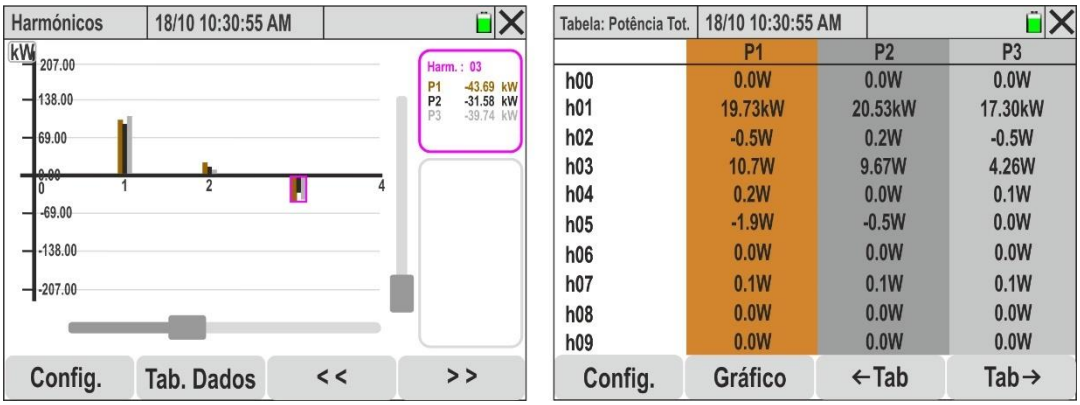


Fig. 59: Análise Harmónica das Potências Ativas

24. No ecrã, são exibidos os **g**ráficos das amplitudes harmónicas das potências ativas, indicando os valores positivos para potência absorvida e negativos para potência gerada, selecionáveis em formato “%” ou “W”, com escalas de medição diferentes para cada grandeza. Utilizar as ferramentas de Zoom vertical/horizontal e as barras de deslocação para obter uma visualização mais precisa dos valores desejados
25. Clicar no botão **“Tab. Dados”** para alternar para a visualização numérica. O ecrã da Fig. 59 – parte direita será exibido. Os parâmetros **“hxx”** indicam a amplitude da harmónica de potência xx, para cada canal selecionado
26. Clicar nos botões “**←Tab**” ou “**Tab→**” para navegar respetivamente para a página anterior ou seguinte dos parâmetros

5.4.4. Visualização do diagrama vetorial

Quando um ecrã com valores numéricos está ativo, é possível alternar para a visualização do **diagrama vetorial de tensões e correntes**, premindo o botão **F4** ou clicando no botão virtual "**Vetores**". O objetivo desta função é apresentar, de forma gráfica e numérica, os ângulos de defasagem (expressos em graus [°]) entre as tensões V1N, V2N e V3N, as correntes I1, I2, I3, IN e o desfasamento entre as tensões e as respetivas correntes, permitindo determinar se a instalação elétrica tem uma natureza indutiva ou capacitiva. O significado dos símbolos utilizados é mostrado na Fig. 61. A título de exemplo, são exibidos abaixo os ecrãs de um sistema **Trifásico, 4 fios + PE**, com o país selecionado definido como **Europa**. Considerações semelhantes aplicam-se a qualquer outro sistema de medição e país selecionado. O número de ecrãs disponíveis depende do tipo de sistema considerado..

1. Clicar no botão **"Canais"**. O seguinte ecrã será exibido:

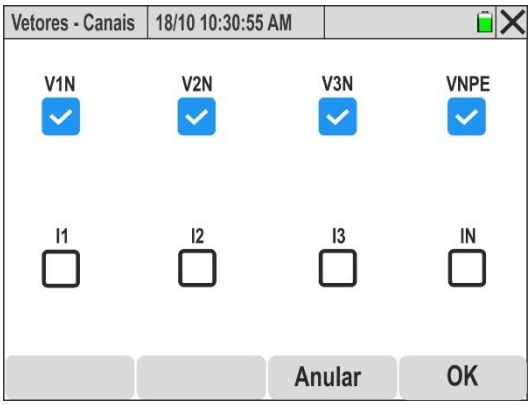


Fig. 60: Seleção de canais para visualização do diagrama vetorial

2. Escolher uma das seguintes opções de seleção de canais:

   - Tensões → **Até 4 sinais** simultaneamente (V1N, V2N, V3N, VPE)
   - Correntes → **Até 4 sinais** simultaneamente (I1, I2, I3, IN)
   - Tensões e Correntes→ **Até 2 sinais** simultaneamente (V1N&I1, V2N&I2, V3N&I3 ou VNPE&IN)

3. Confirmar com **"OK"** ou clicar em **"Anular"** para sair sem aplicar alterações. Neste último caso, a seleção dos sinais permanecerá igual à anteriormente definida
4. **Com a seleção das 4 tensões**, o diagrama vetorial, indicando os fasores das tensões V1N, V2N e V3N com os respetivos desfasamentos, é exibido na figura seguinte:

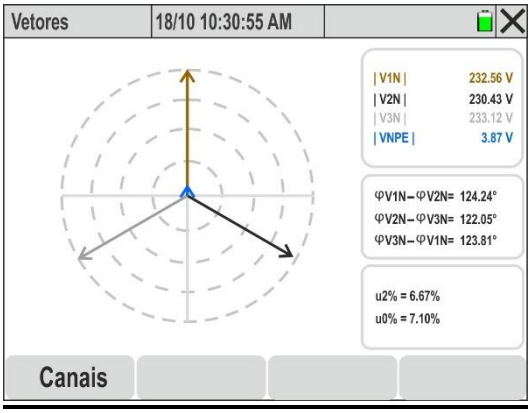


Fig. 61: Diagrama vectorial das Tensões

5. Os seguintes parâmetros são exibidos:

   - **|V1N|**, **|V2N|**, **|V3N|** → Valores das amplitudes das componentes fundamentais das tensões V1N, V2N, V3N e VNPE
   - **φV1N - φV2N** → Desfasamento entre o fasor de V1N e o fasor de V2N
   - **φV2N - φV3N** → Desfasamento entre o fasor de V2N e o fasor de V3N
   - **φV3N - φV1N** → Desfasamento entre o fasor de V3N e o fasor de V1N
   - **u2%** → Relação componente sequência Inversa e Direta dissimetria das tensões
   - **u0%** → Relação componente sequência Homopolar e Direta dissimetria das tensões

6. **Com a seleção das 4 correntes**, o diagrama vetorial, indicando os fasores das correntes I1, I2 e I3 com os respetivos desfasamentos, é exibido na figura seguinte:

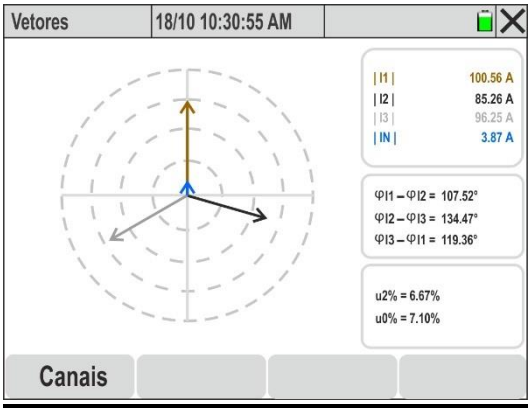


Fig. 62: Diagrama Vetorial das Correntes

7. Os seguintes parâmetros são exibidos:

   - **|I1|**, **|I2|**,**|I3|**,**|IN|** → Valores das amplitudes das componentes fundamentais das correntes I1, I2, I3 e IN
   - **φI1 - φI2** → Desfasamento entre o fasor de I1 e o fasor de I2
   - **φI2 - φI3** → Desfasamento entre o fasor de I2 e o fasor de I3
   - **φI3 - φI1** → Desfasamento entre o fasor de I3 e o fasor de I1
   - **u2%** → Relação componente sequência Inversa e Direta dissimetria das tensões
   - **u0%** → Relação componente sequência Homopolar e Direta dissimetria das tensões

8. **Com a seleção dos sinais de tensão e corrente de cada fase** o diagrama vetorial, indicando os fasores das combinações V1N&I1, V2N&I2 e V3N&I3 com os respetivos desfasamentos, é exibido na figura seguinte

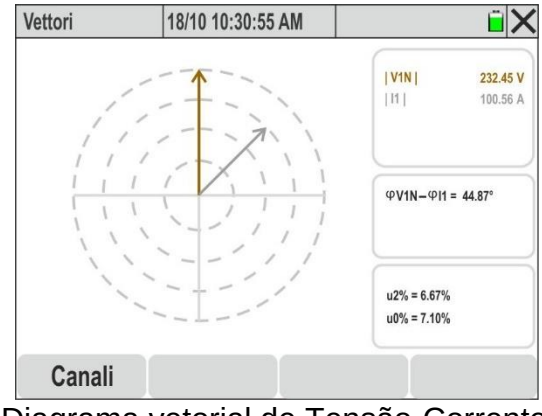


Fig. 63: Diagrama vetorial de Tensão-Corrente da Fase L1

ATENÇÃO



- A análise vetorial refere-se às coordenadas polares (amplitude e fase) das componentes **fundamentais (h=01)** das tensões e correntes
- Os vetores de tensão são normalizados no círculo **mais externo**, que é tangenciado pelo módulo máximo do sinal.
- Quando são selecionados simultaneamente os sinais de tensão e corrente, os vetores de corrente são normalizados no círculo concêntrico **mais próximo do círculo mais externo**, que é tangenciado pelo módulo máximo do sinal
- Cada vetor é exibido com o seu desfasamento relativo, seguindo um sentido de rotação **positivo (anti-horário)** em relação ao vetor de referência (**eixo vertical = 0°**).

6. INSTRUÇÕES OPERACIONAIS

6.1. LIGAÇÕES DO INSTRUMENTO À INSTALAÇÃO

Os seguintes esquemas de ligação referem-se ao país **Europa**, conforme selecionado no instrumento. As figuras apresentadas fazem referência aos acessórios do **KIT802**, fornecido com o instrumento. Para os códigos de cores dos anéis a inserir nos cabos em instalações de outros países, consultar a Tabela 1.

6.1.1. Sistema Monofásico 2 Fios

ATENÇÃO

A tensão máxima entre as entradas L1, L2, L3, N e E é de 1000V AC CAT IV 600V em relação à terra. Não medir tensões que excedam os limites especificados neste manual. Ultrapassar esses limites pode causar choques elétricos ao utilizador e danificar o instrumento.

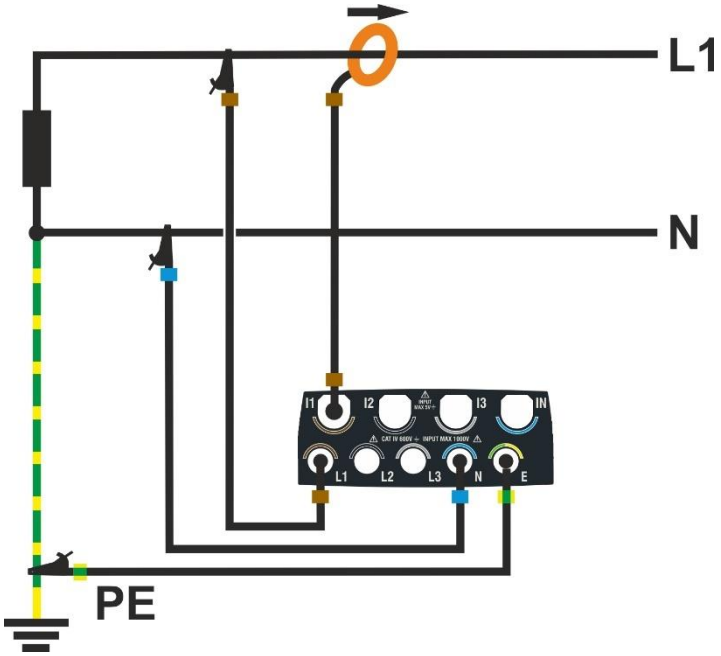


Fig. 64: Ligação do Instrumento num Sistema Monofásico de 2 Fios

1. Configurar o instrumento para o modo **"Monofásico 2 Fios"** (ver § 5.2.1)
2. Ligar os cabos de tensão aos condutores L1, N e PE, conforme ilustrado na Fig. 64
3. Conectar a pinça de corrente ao condutor de Fase L1, **respeitando o sentido da seta na pinça,** que indica a direção convencional da corrente do gerador para a carga.
4. Ligar o sistema elétrico em análise, caso tenha sido temporariamente desligado para a ligação do instrumento.
5. Executar a função **"Autoset"** para verificar as ligações (ver § 6.2) **antes de iniciar um registo**
6. Clicar no botão **GO/STOP** para iniciar ou terminar um registo (ver § 6.3)

6.1.2. Sistema Trifásico 4 Fios

ATENÇÃO

A tensão máxima entre as entradas L1, L2, L3, N e E é de 1000V AC CAT IV 600V em relação à terra. Não medir tensões que excedam os limites especificados neste manual. Ultrapassar esses limites pode causar choques elétricos ao utilizador e danificar o instrumento

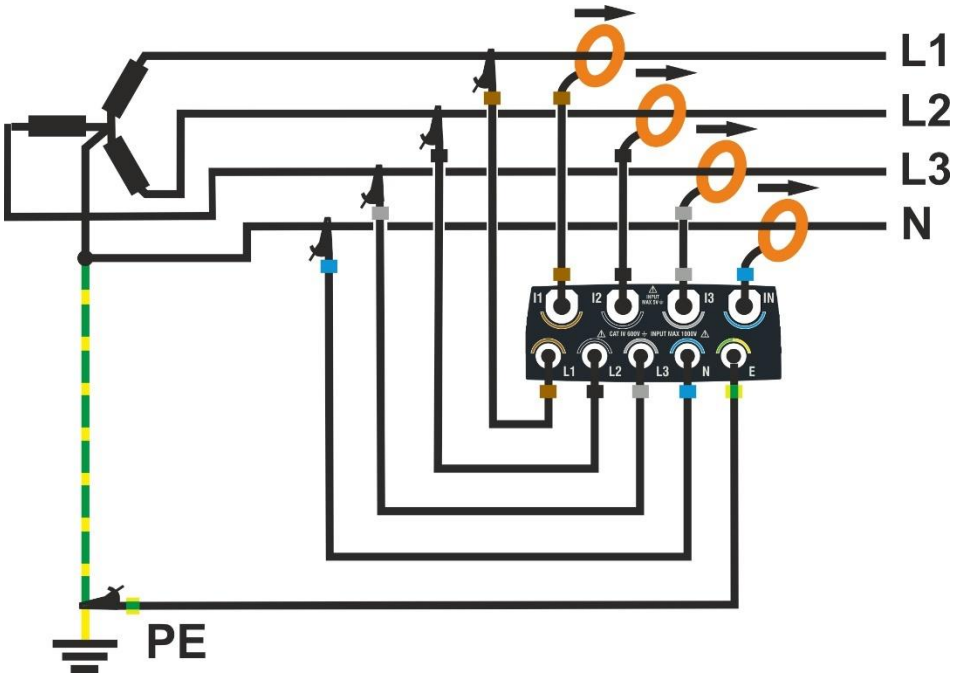


Fig. 65: Ligação do Instrumento num Sistema Trifásico de 4 Fios

1. Configurar o instrumento para o modo **"3-Fase 4 Fios"** (ver § 5.2.1)
2. Ligar os cabos de tensão aos condutores L1, L2, L3, N e PE, conforme ilustrado na Fig. 65 **Verificar no ecrã a indicação "1-2-3", que confirma o sentido cíclico correto das fases** (ver § 5.4.1)
3. Conectar as pinças de corrente aos condutores das fases **L1, L2, L3 e N**, **respeitando o sentido da seta na pinça**, que indica a direção convencional da corrente do gerador para a carga
4. Ligar o sistema elétrico em análise, caso tenha sido temporariamente desligado para a ligação do instrumento
5. Executar a função **"Autoset"** para verificar as ligações (ver § 6.2) **antes de iniciar um registo**
6. Clicar no botão **GO/STOP** para iniciar ou terminar um registo (ver § 6.3)

6.1.3. Sistema Trifásico 3 Fios

ATENÇÃO

A tensão máxima entre as entradas L1, L2, L3 e E é de 1000V AC CAT IV 600V em relação à terra. Não medir tensões que excedam os limites especificados neste manual. Ultrapassar esses limites pode causar choques elétricos ao utilizador e danificar o instrumento

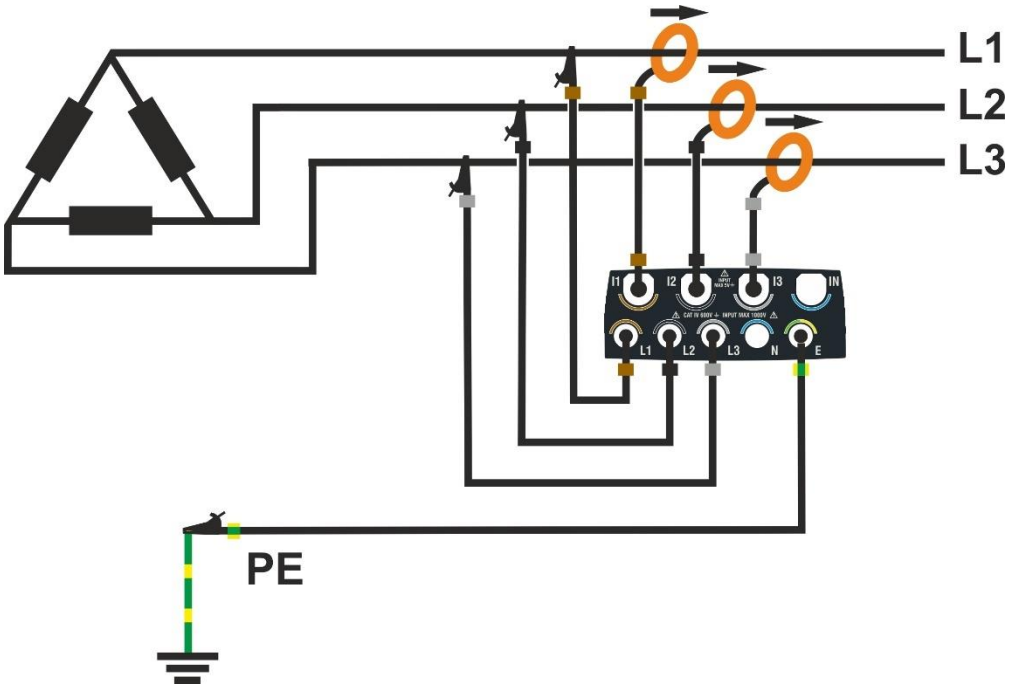


Fig. 66: Ligação do Instrumento num Sistema Trifásico de 3 Fios

1. Configurar o instrumento para o modo **"3-Fases 3 Fios"** (ver § 5.2.1)
2. Ligar os cabos de tensão aos condutores L1, L2, L3 e PE, conforme ilustrado na Fig. 66 **Verificar no ecrã a indicação "1-2-3", que confirma o sentido cíclico correto das fases (**ver § 5.4.1)
3. Conectar as pinças de corrente aos condutores das fases L1, L2 e L3, **respeitando o sentido da seta na pinça**, que indica a direção convencional da corrente do gerador para a carga
4. Ligar o sistema elétrico em análise, caso tenha sido temporariamente desligado para a ligação do instrumento
5. Executar a função **"Autoset"** para verificar as ligações (ver § 6.2) **antes de iniciar um registo.**
6. remir o botão **GO/STOP** para iniciar ou terminar um registo (ver § 6.3)

6.1.4. Sistema Trifásico 3 Fios Aron

ATENÇÃO

A tensão máxima entre as entradas L1, L2, L3 e E é de 1000V AC CAT IV e 600V em relação à terra. Não medir tensões que excedam os limites especificados neste manual. Ultrapassar esses limites pode causar choques elétricos ao utilizador e danificar o instrumento

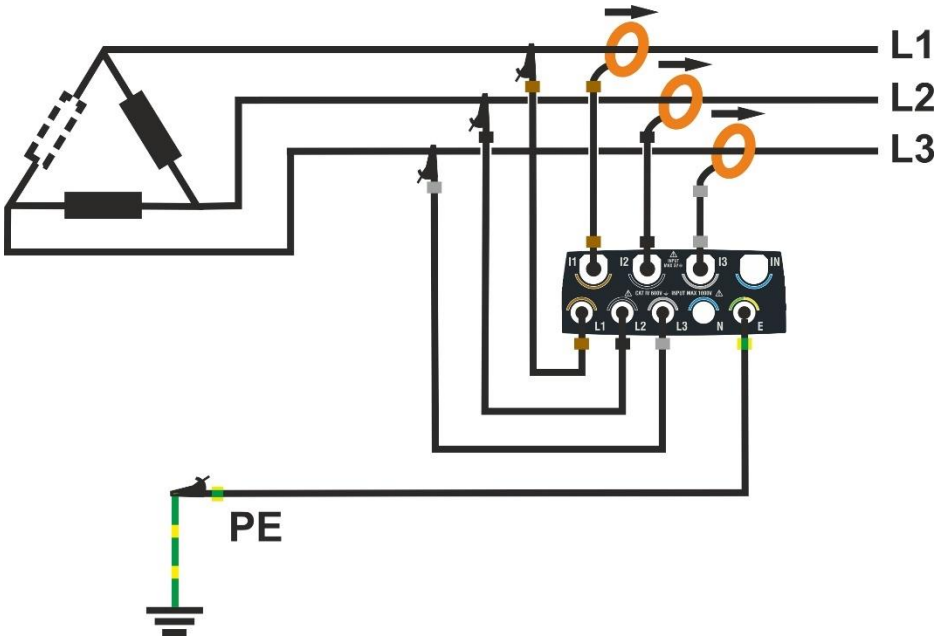


Fig. 67: Ligação do Instrumento num Sistema Trifásico 3 Fios Aron

1. Configurar o instrumento para o modo **"3-Fases 3 Fios Aron"** (ver § 5.2.1)
2. Ligar os cabos de tensão aos condutores L1, L2, L3 e PE, conforme ilustrado na Fig. 67 **Verificar no ecrã a indicação "1-2-3", que confirma o sentido cíclico correto das fases** (ver § 5.4.1)
3. Conectar as pinças de corrente aos condutores das fases L1, L2 e L3, **respeitando o sentido da seta na pinça**, que indica a direção convencional da corrente do gerador para a carga.
4. Ligar o sistema elétrico em análise, caso tenha sido temporariamente desligado para **a** ligação do instrumento
5. Executar a função **"Autoset"** para verificar as ligações (ver § 6.2) **antes de iniciar um registo**
6. Clicar no botão **GO/STOP** para iniciar ou terminar um registo (ver § 6.3)

6.1.5. Sistema Trifásico 4 Fios com Ponto Central 3F HL

ATENÇÃO

A tensão máxima entre as entradas L1, L2, L3, N e E é de 1000V AC CAT IV 600V em relação à terra. Não medir tensões que excedam os limites especificados neste manual. Ultrapassar esses limites pode causar choques elétricos ao utilizador e danificar o instrumento

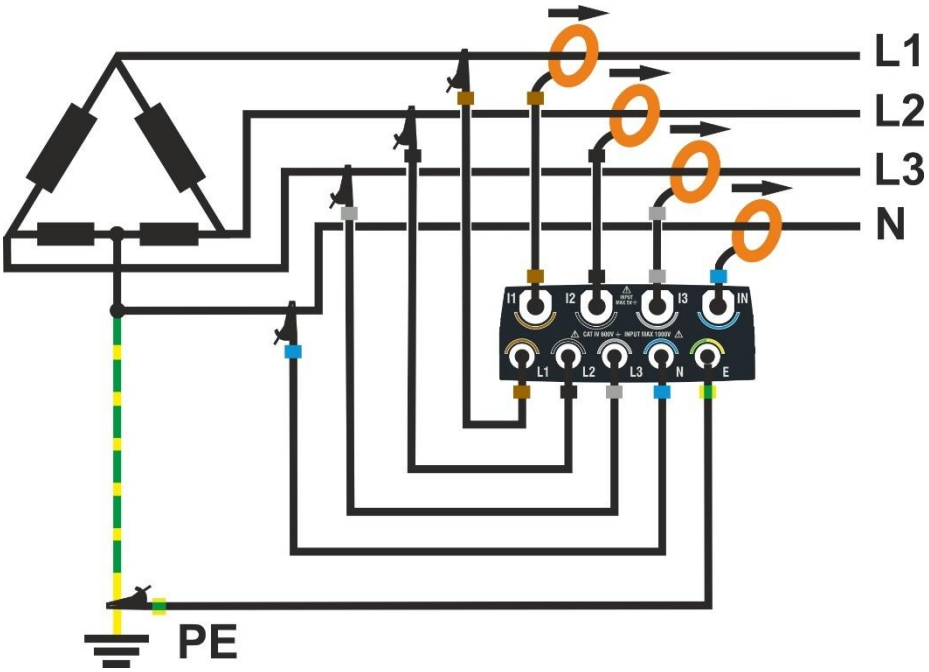


Fig. 68: Ligação do Instrumento num Sistema Trifásico 4 Fios 3F HL

1. Configurar o instrumento para o modo "**3-Fases 3 Fios Fase divid.**" (ver § 5.2.1)
2. Ligar os cabos de tensão aos condutores L1, L2, L3, N e PE, conforme ilustrado na Fig. 68. **Verificar no ecrã a indicação "1-2-3", que confirma o sentido cíclico correto das fases** (ver § 5.4.1)
3. Conectar as pinças de corrente aos condutores das fases L1, L2, L3 e N, **respeitando o sentido da seta na pinça**, que indica a direção convencional da corrente do gerador para a carga.
4. Ligar o sistema elétrico em análise, caso tenha sido temporariamente desligado para a ligação do instrumento
5. Executar a função **"Autoset"** para verificar as ligações (ver § 6.2) **antes de iniciar um registo**
6. Clicar no botão **GO/STOP** para iniciar ou terminar uma registo (ver § 6.3)

6.1.6. Sistema Trifásico 3 Fios 3F 2E

ATENÇÃO

A tensão máxima entre as entradas L1, L2, L3, N e E é de 1000V AC CAT IV 600V em relação à terra. Não medir tensões que excedam os limites especificados neste manual. Ultrapassar esses limites pode causar choques elétricos ao utilizador e danificar o instrumento

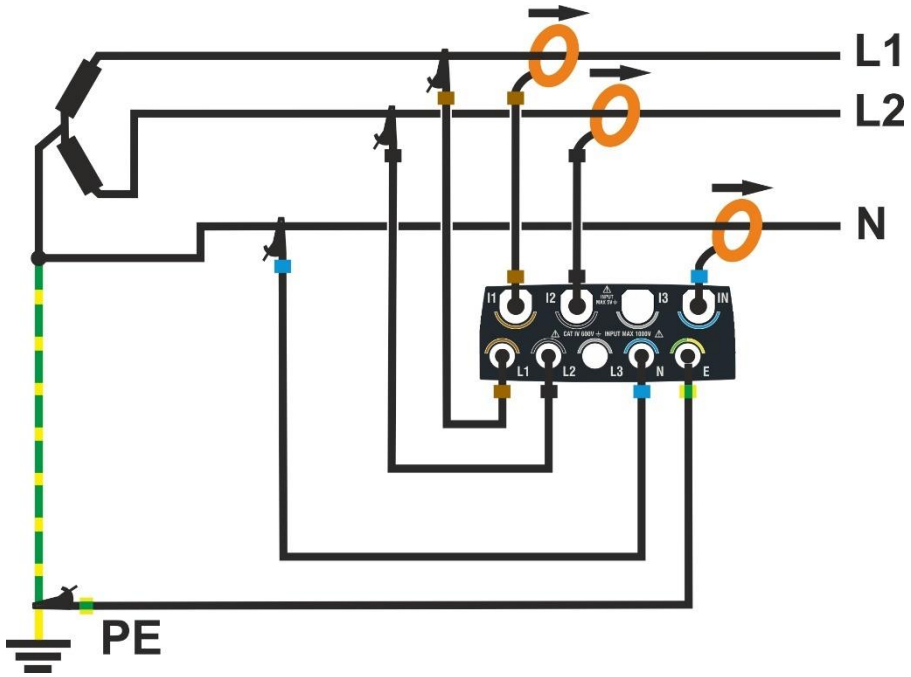


Fig. 69: Ligação do Instrumento num Sistema Trifásico 3 Fios 3F 2E

1. Configurar o instrumento para o modo "**3-Fases 3 Fios Y Aberta"** (ver § 5.2.1)
2. Ligar os cabos de tensão aos condutores L1, L2, N e PE, conforme ilustrado na Fig. 69
3. Conectar as pinças de corrente aos condutores das fases L1, L2 e N, **respeitando o sentido da seta na pinça**, que indica a direção convencional da corrente do gerador para a carga.
4. Ligar o sistema elétrico em análise, caso tenha sido temporariamente desligado para a ligação do instrumento
5. Executar a função **"Autoset"** para verificar as ligações (ver § 6.2) **antes de iniciar um registo**
6. Clicar no botão **GO/STOP** para iniciar ou terminar um registo (ver § 6.3)

6.1.7. Sistema Monofásico 3 Fios 1F PC

ATENÇÃO

A tensão máxima entre as entradas L1, L2, L3, N e E é de 1000V AC CAT IV 600V em relação à terra. Não medir tensões que excedam os limites especificados neste manual. Ultrapassar esses limites pode causar choques elétricos ao utilizador e danificar o instrumento

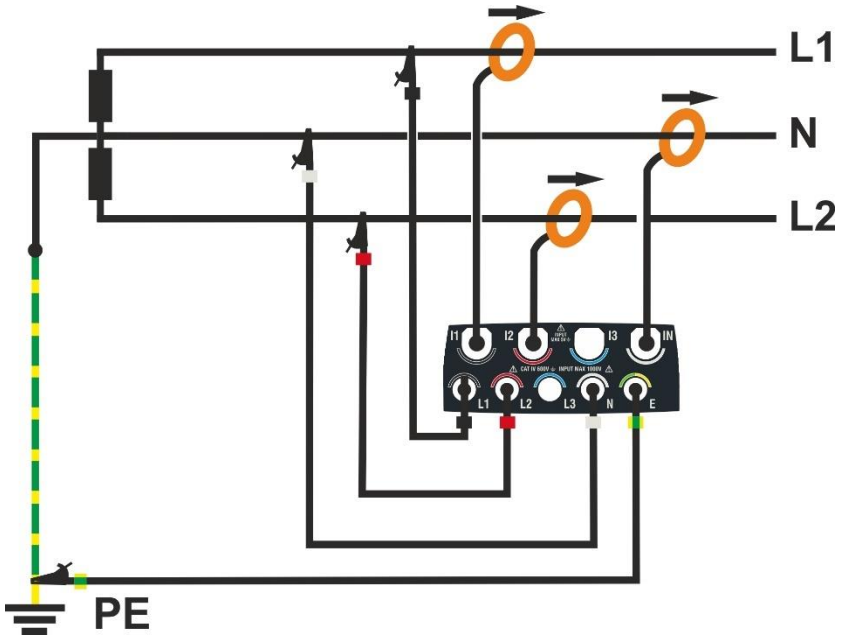


Fig. 70: Ligação do Instrumento num Sistema Monofásico 3 Fios 1F PC

1. Configurar o instrumento para o modo "**Monofásico 3 Fios**" (ver § 5.2.1)
2. Ligar os cabos de tensão aos condutores L1, L2, N e PE, conforme ilustrado na Fig. 70
3. Conectar as pinças de corrente aos condutores das fases L1, L2 e N, **respeitando o sentido da seta na pinça**, que indica a direção convencional da corrente do gerador para a carga.
4. Ligar o sistema elétrico em análise, caso tenha sido temporariamente desligado para a ligação do instrumento
5. Executar a função **"Autoset"** para verificar as ligações (ver § 6.2) **antes de iniciar um registo**
6. Clicar no botão **GO/STOP** para iniciar ou terminar um registo (ver § 6.3)

6.2. FUNÇÃO AUTOSET

A operação do Autoset é **recomendada** para evitar possíveis erros grosseiros nas ligações com consequente presença de valores inconsistentes para algumas grandezas elétricas que poderão levar à necessidade de repetir novamente o registo. Os erros de ligação mais comuns são os associados a grampos trocados nos condutores, resultando em diferenças de fase entre os sinais de tensão e de corrente. Este efeito **típico** é evidenciado pelos valores de erro **negativos** das potências ativas.

ATENÇÃO

- A função Autoset é apenas compatível **com os paquímetros HTFLEX315, HTFLEX335, HTFLEX355**
- **Após um Autoset, o instrumento irá SEMPRE definir o maior FE disponível para o pinça detetada. Caso se preveja a medição de correntes com um valor sempre inferior a 10% do FE, recomenda-se a reposição do FE das pinças (ver § 5.2.2) após ter efectuado o Autoset**
- As pinças de corrente possuem uma seta "→" indicando a direção correta da inserção, que deve ser do gerador para a carga
- É possível iniciar uma operação de Autoset **apenas se o instrumento NÃO estiver na fase de gravação**
- A função Autoset é compatível apenas para medições realizadas num sistema elétrico com **cargas passivas** (sem cogeração) com um fator de potência cosφ entre **0,7i ÷ 0,99c**, normalmente presente em aplicações industriais. **Se as condições não forem cumpridas, a função não será executada**
- A operação Autoset NÃO modifica os parâmetros de gravação, mas apenas os relacionados com os transdutores amperométricos
- No final de uma operação Autoset, o instrumento terá reiniciado automaticamente o tipo de transdutores de corrente e a associação entre os canais de tensão e de corrente, de modo a obter uma medição correspondente a um sistema elétrico com as características acima indicadas

1. Ligar o instrumento ao sistema em análise (ver § 6.1) e execute as configurações indicadas no § 5.2.1
2. Clicar no ícone "**Tempo real**" no menu geral
3. Clicar no botão "**Autoset**". O ecrã da Fig. 71 – parte esquerda (**referente a um sistema trifásico de 4 fios**) será exibido

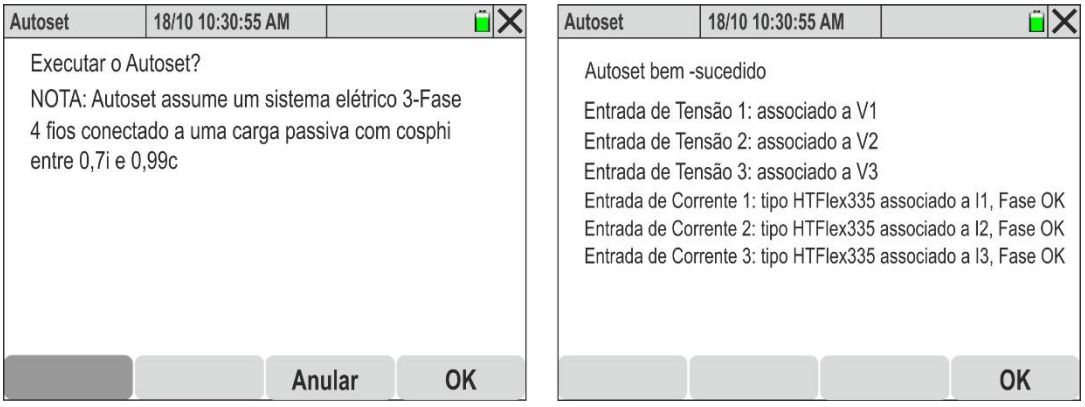


Fig. 71: Execução do Autoset sem erros de ligação

4. Para executar a função **Autoset**, o instrumento deve estar ligado a um sistema elétrico com **cargas passivas** (sem cogeração) e com um fator de potência (cosφ) entre **0.7i ÷ 0.99c**, valores típicos em aplicações industriais. **Se essas condições não forem atendidas, a função não será executada**.
5. Confirmar clicando no botão **"OK"** → A função será executada e, após alguns instantes, o ecrã da Fig. 71 – parte direita será exibido, caso o **Autoset seja concluído corretamente**. Os seguintes parâmetros são verificados:
   - Tensão na entrada L1 → Associada a V1
   - Tensão na entrada L2 → Associada a V2
   - Tensão na entrada L3 → Associada a V3
   - Corrente na entrada I1 → Associada a I1, tipo de pinça e fase da tensão V1 OK
   - Corrente na entrada I2 → Associada a I2, tipo de pinça e fase da tensão V2 OK
   - Corrente na entrada I3 → Associada a I3, tipo de pinça e fase da tensão V3 OK
6. Clicar no botão **"OK"** para retornar à função Tempo real.
7. Se a função **Autoset detetar um ou mais erros de ligação**, uma possível situação será mostrada nas figuras seguintes:

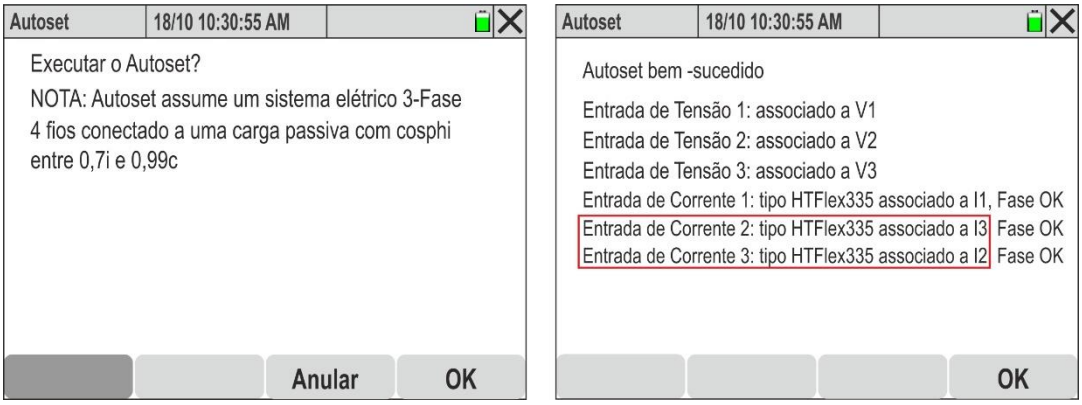


Fig. 72: Execução do Autoset com erros de ligação (troca de pinças)

8. Na Fig. 72 – parte direita, é exibido um exemplo onde a função Autoset detetou e **corrigiu automaticamente** um erro de leitura nas fases L2 e L3, causado por uma **ligação incorreta das pinças de corrente (pinças 2 e 3 trocadas)**

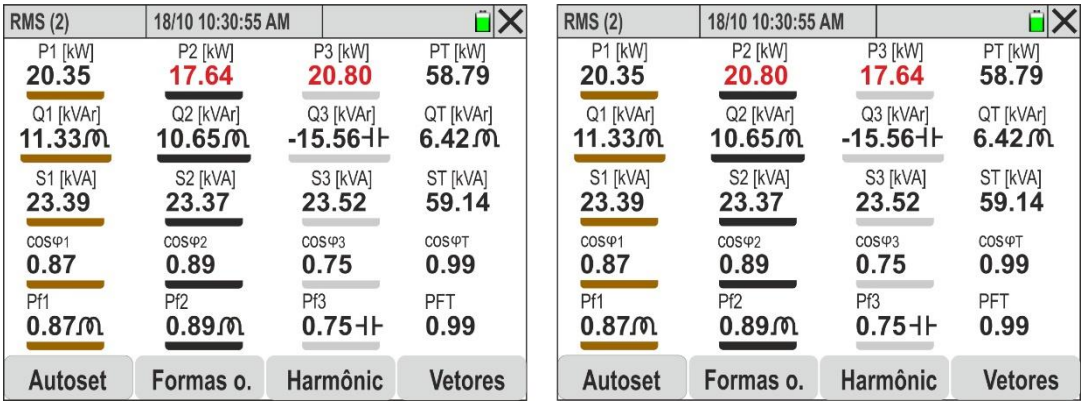


Fig. 73: Efeito da função Autoset na secção Tempo real (Pinças Trocadas)

9. Na Fig. 73 – parte esquerda, é apresentada a situação de erro descrita no ponto 8, onde as potências ativas P2 e P3 estão trocadas (**os valores destacados a vermelho servem apenas para evidenciar o problema**). Após a execução do Autoset, a nova condição é **corrigida automaticamente**, conforme mostrado na Fig. 73 – parte direita, onde os valores de P2 e P3 voltam a ser os esperados, **sem necessidade de intervenção do utilizador**.

10. Na Fig. 74 – parte direita, é exibido um exemplo onde a função Autoset detetou e corrigiu automaticamente um erro de diferença de fase entre as tensões e correntes nas fases L2 e L3, causado pela troca das pinças 2 e 3 nos respetivos condutores.

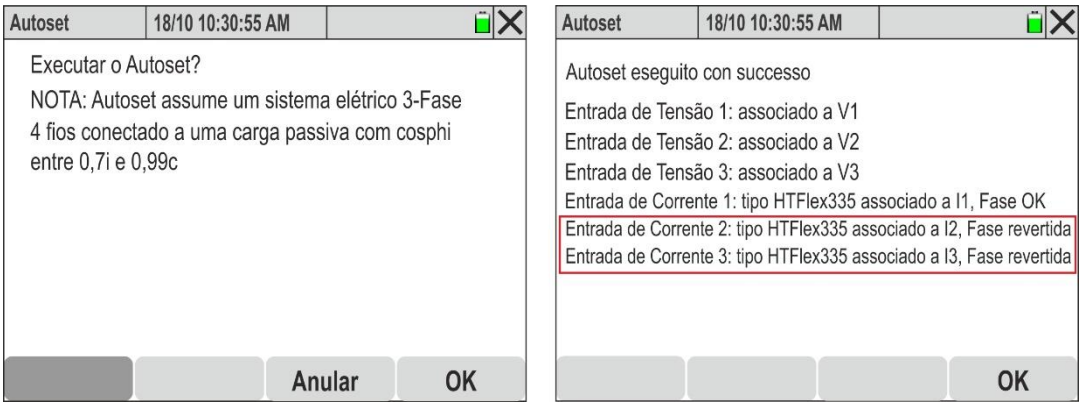


Fig. 74: Execução do Autoset com erros de ligação (Pinças Invertidas)

11. Na Fig. 75 – parte esquerda, é apresentada a situação de erro descrita no ponto 8, onde as potências ativas P2 e P3 aparecem como **negativas** (**os valores destacados a vermelho servem apenas para evidenciar o problema)**. Após a execução do Autoset, a nova condição é corrigida automaticamente, conforme mostrado na Fig. 75 – parte direita, onde os valores de P2 e P3 voltam a ser **positivos**, **sem necessidade de intervenção do utilizador** que ele teria de abrir as pinças nas fases L2 e L3 e girá-las 180° para obter os valores corretos.

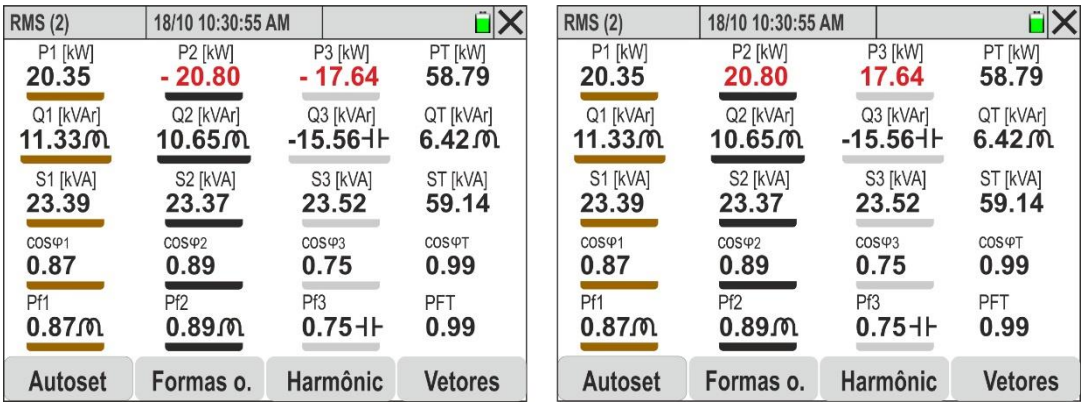


Fig. 75: Efeito da função Autoset na secção Tempo real (Pinças Invertidas)

ATENÇÃO

Após ter executado com sucesso a função Autoset, **é recomendável em qualquer caso** verificar sempre se os sinais das potências ativas e do cos□ são consistentes com os valores esperados antes de iniciar uma gravação

6.3. INÍCIO E TERMINAÇÃO DE UM REGISTO

ATENÇÃO

- O instrumento só pode efectuar um registo se o cartão de memória, do tipo descrito no § 9.2, estiver inserido na ranhura correspondente (ver Fig. 3 – parte 2)
- Antes de iniciar um registo, é **aconselhável realizar uma avaliação preliminar dos dados medidos em tempo real pelo instrumento** para decidir o que gravar ou, possivelmente, utilizar uma das definições predefinidas (ver § 5.3.2)
- É **sempre recomendável iniciar uma gravação ligando o instrumento à fonte de alimentação externa** fornecida para não perder quaisquer dados durante toda a campanha de medição

O instrumento permite iniciar um registo a partir de **qualquer ecrã de medição**, através dos seguintes modos:

✓ **MANUAL**: A registração inicia-se no **minuto seguinte (instante 00)** após clicar no botão **GO/STOP**.

✓ **AUTO**: Após clicar no botão **GO/STOP** (**necessário**), o instrumento permanece em espera até atingir a Data/Hora configurada (ver § 5.3.1), iniciando então automaticamente o registo.

Os estados de espera "REC" e de registo em curso "REC" são indicados por ícones específicos na parte superior do ecrã, conforme ilustrado na figura seguinte:

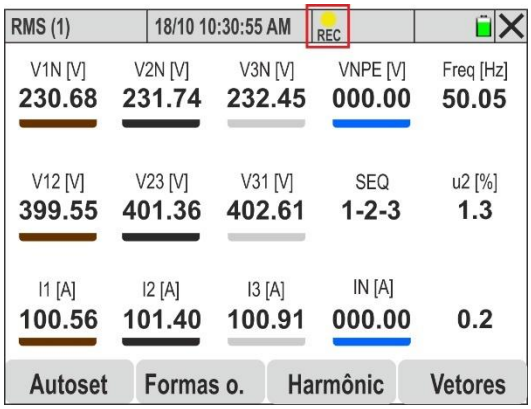


Fig. 76: Registo em espera

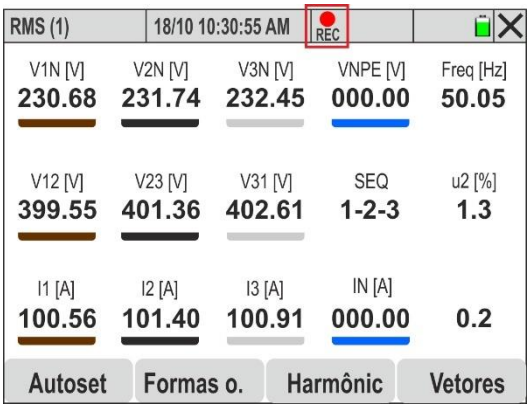


Fig. 77: Registo em curso

Clicar novamente o botão **GO/STOP** para terminar o registo em curso a qualquer momento. O seguinte ecrã será exibido:

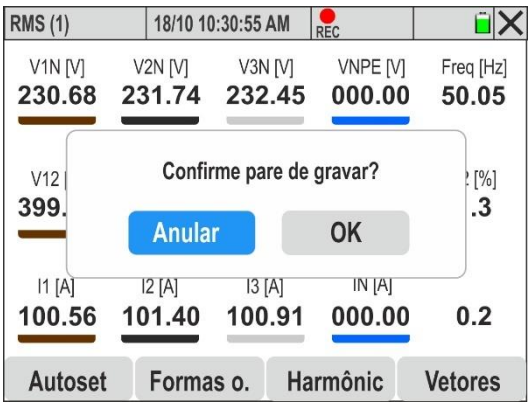


Fig. 78: Finalização de um registo

Clicar no botão **"OK"** para confirmar a operação ou em **"Anular"** para sair sem confirmar.

Se o instrumento detetar a presença de **potências ativas negativas**, ao clicar no botão **GO/STOP** para iniciar o registo, o seguinte ecrã será exibido:



Fig. 79: Verificação preliminar das potências ativas

Clicar no botão **"OK" permitirá iniciar o registo**, mas recomenda-se verificar previamente as pinças de corrente ligadas à instalação e executar a função Autoset (ver § 6.2)

O instrumento acumulará dados na memória temporária para os intervalos de agregação definidos (ver § 5.3.1). Após esse período, os dados armazenados serão processados e gravados na memória definitiva, gerando a primeira série de valores registados. Assim, se o período de integração estiver definido para 15min, **a duração do registo deve ser pelo menos de 15 minutos (ou igual ao período de integração configurado) para garantir que uma série de valores seja registada e transferível para o PC**.

ATENÇÃO

- Durante a execução de um registo, manter o instrumento ligado **pelo menos durante um período de integração** para garantir a gravação dos dados. Se o registo for interrompido antes do fim do período de integração, **nenhum dado será salvo na memória interna**
- Cada registo é **automaticamente** finalizado e salvo pelo instrumento apenas quando se prime o botão **GO/STOP** ou quando se atinge a data/hora programada para o término automático.
- **Apenas a secção "Tempo real" está disponível durante um registo em curso.** Se for selecionada outra secção, o instrumento exibirá a mensagem "Operação não permitida durante o registo". Para aceder a outras funções, é necessário terminar o registo premindo o botão **GO/STOP**
- A exibição do ícone "" indica a ausência do cartão de memória ou um erro na sua leitura.
- A exibição do ícone "" indica que a memória interna está cheia.

6.4. DADOS MEMORIZADOS

A secção "Dados salvos" permite verificar o conteúdo da memória durante e após um registo, além de possibilitar a eliminação de registos guardados.

1. Clicar no ícone "**Dados salvos**". O seguinte ecrã será exibido:

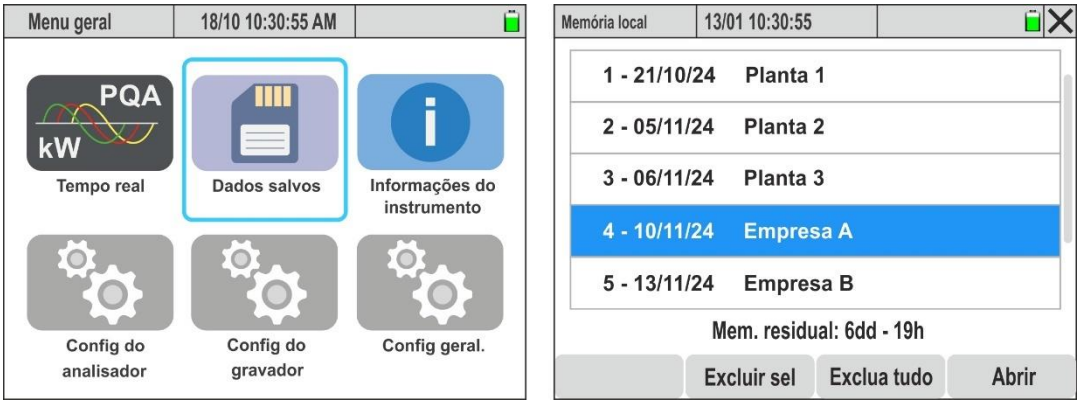


Fig. 80: Secção Dados salvos

2. Cada linha corresponde a um registo armazenado sequencialmente, indicando a data de criação e um possível comentário associado (ver § 5.3.1). Deslocar-se verticalmente para baixo na barra lateral ou utilizar o lapis para ver a lista completa
3. A informação sobre a **memória residual (em dias/horas)** é exibida na parte inferior do ecrã indica a duração máxima da próxima gravação (ou da gravação atual tendo em conta os parâmetros de gravação definidos
4. Selecionar um registo clicando na linha correspondente e pressionar o botão **"Abrir"** ou o botão **ENTER** para visualizar os detalhes. O seguinte ecrã será exibido:

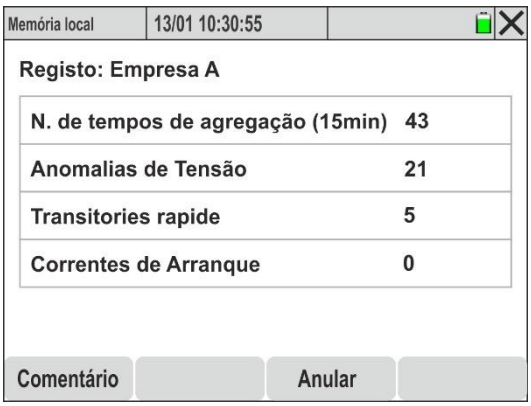


Fig. 81: Informações gerais do registo

5. São apresentadas informações resumidas, incluindo o número de períodos de integração (ou intervalos de agregação) guardados, o número de anomalias de tensão registadas, como quedas e picos, o número de transientes rápidos de tensão armazenados e os eventuais eventos de corrente de arranque registados

ATENÇÃO

O conteúdo do registo pode ser visualizado APENAS no software dedicado HTAgorà, após a sua transferência para o PC (ver § 7)

6. Clicar no botão **"Exluir sel."** para apagar o registo selecionado
7. Clicar no botão **"Exclua tudo"** para eliminar todo o conteúdo da memória
8. Clicar no botão **"Comentário"** para modificar o comentário do registo aberto

6.5. INFORMAÇÕES DO INSTRUMENTO

Esta secção apresenta os parâmetros gerais sobre as características internas do instrumento, sendo úteis em caso de contacto com o serviço de assistência HT..

1. Clicar no ícone **"Informações do instrumento"**. O seguinte ecrã será exibido.

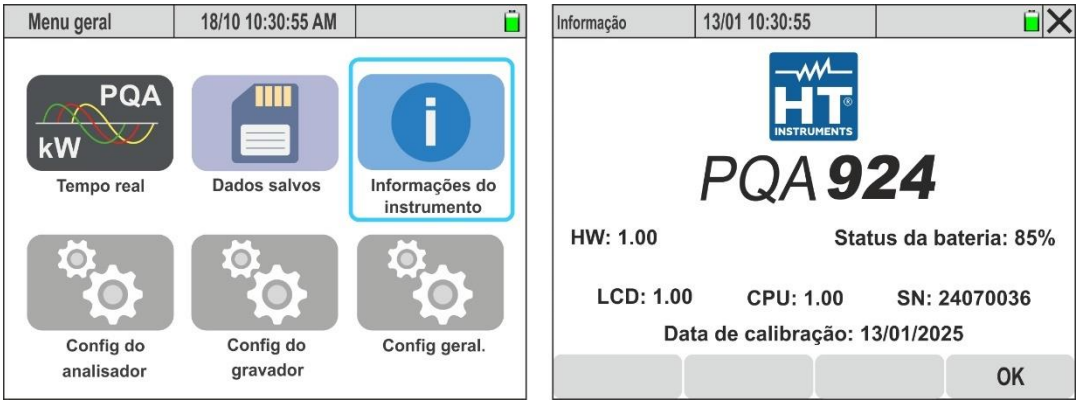


Fig. 82: Ecrã de Informações do Instrumento

2. O significado dos campos exibidos é o seguinte:

Campo	Descrição
Logo	Nome do fabricante
Modelo	PQA924
SN	Número de série do instrumento
HW	Versão de Hardware do instrumento
LCD, CPU	Versão do Firmware do instrumento
Data de Calibração	Data da última calibração realizada
Estado da Bateria	Percentagem do nível de carga da bateria

3. Clicar no botão **"OK"** para voltar ao menu geral.

7. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO AO PC

A ligação entre o PC e o instrumento para download de dados gravados pode ser gerida das seguintes formas:

- Através de **acesso direto** ao cartão de memória ligado ao PC com o seu leitor (**opção recomendada em caso de download de gravações muito grandes**)
- Através da porta USB-C (ver Fig. **3** – parte 3) utilizando o cabo fornecido
- Através de ligação WiFi a habilitar no instrumento (ver § 5.1.7)
- Através da ligação Ethernet LAN (ver § 5.1.11)

ATENÇÃO

Para transferir os dados para o PC, é necessário **em todas as situações** ter previamente instalado o software de gestão **HTAgorà**, disponível para download no site **www.ht-instruments.com**

Ligação através de acesso direto ao cartão de memória

1. Retire o cartão de memória da **ranhura** (ver Fig. 3 – parte 2)
2. Insira o cartão de memória num leitor de cartões e ligue-o a uma porta USB do seu PC
3. Inicie o software HTAgorà
4. Clique no botão "**Importar**"

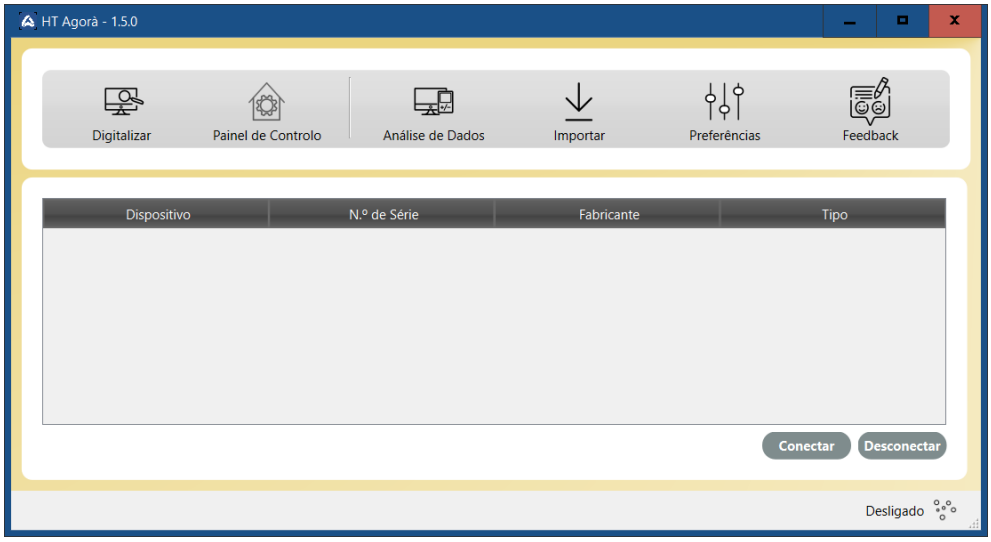
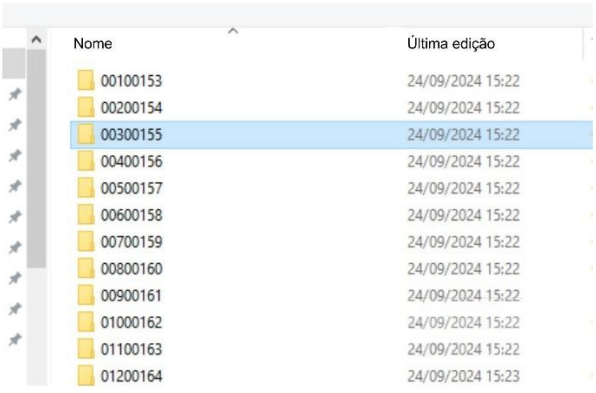


Fig. 83: Importação de dados com o software HTAgorà

5. No disco amovível "**13010 (nome do disco)**" seleccione a pasta que contém a gravação pretendida (por exemplo "**00300155**" na figura seguinte



6. Selecione a pasta de destino dentro do PC e confirme
7. O ficheiro de gravação, **com extensão HQA** estará disponível na pasta selecionada
8. Abra o ficheiro HQA da gravação com o software HTAgorà

Ligação através de CaboUSB-C

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. **Com o instrumento em qualquer ecrã**, ligá-lo ao PC utilizando o cabo USB-C C2010 fornecido
3. Abrir o software HTAgorà
4. Clicar no botão **"Digitalizar"** para detetar o instrumento. As indicações "PQA924" e o tipo de ligação "USB" são apresentadas conforme a Fig. 84

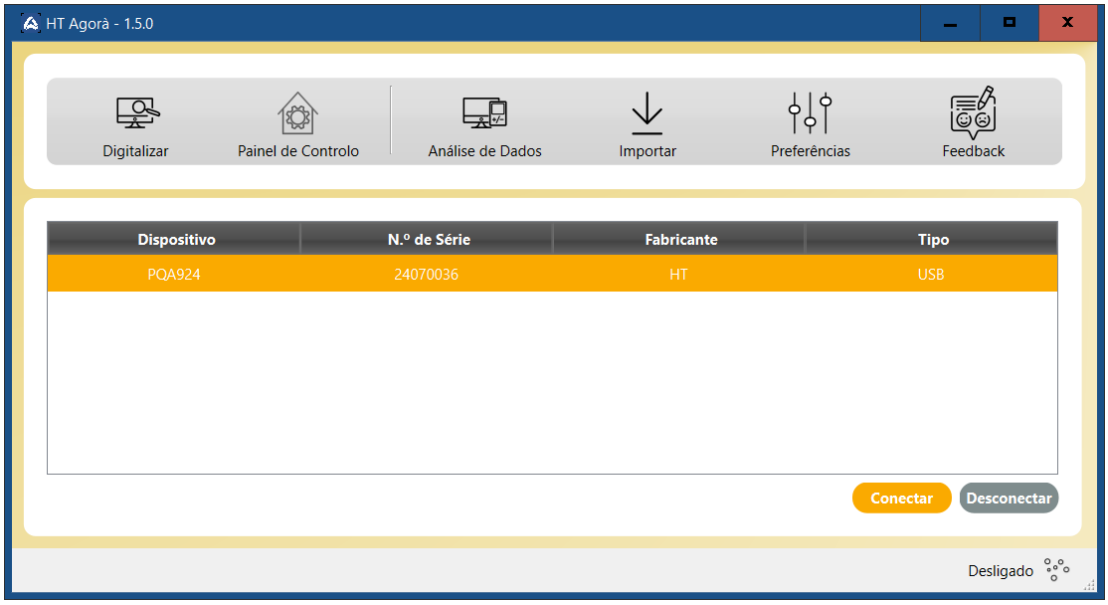


Fig. 84: Ligação do Instrumento ao Software HTAgorà e ligação USB

5. Clicar no botão **"Conectar"** para estabelecer a ligação com o instrumento e utilizar as interfaces do software para realizar as operações desejadas

ATENÇÃO

Não é possível transferir os dados para o PC enquanto um registo está em curso. Clicar no botão **GO/STOP** no instrumento para finalizar o registo antes de realizar a operação

Ligação através de Wi-Fi

1. Ligar o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Clicar no ícone "**Config.Geral**" no menu geral e selecionar a opção "**ON**" na função "**Hotspot WiFi**" (ver § 5.1.7)
3. Abra as definições de acesso à rede clicando no ícone "" na parte inferior direita do PC (**onde existe uma rede WiFi ativa**), selecione o item "**13010-xxxxxxxxx**", clique em "**Ligar**" e aguarde a confirmação do reconhecimento do instrumento pelo PC
4. Abrir o software HTAgorà
5. Clicar no botão **"Digitalizar"** para detetar o instrumento. As indicações "PQA924" e o tipo de ligação "WiFi" são apresentadas conforme a

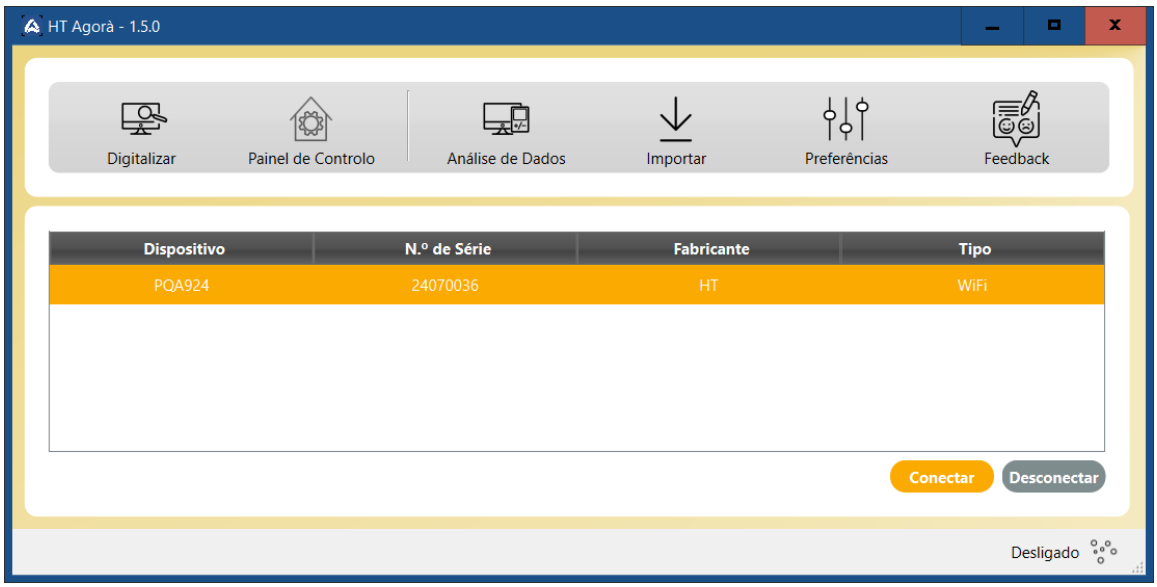


Fig. 85: Ligação do Instrumento ao Software HTAgorà e ligação WiFi

6. Clicar no botão "**Conectar**" para estabelecer a ligação com o instrumento e utilizar as interfaces do software para realizar as operações desejadas

ATENÇÃO

Não é possível transferir os dados para o PC enquanto um registo está em curso. Clicar no botão **GO/STOP** no instrumento para finalizar o registo antes de realizar a operação

Ligação via rede Ethernet LAN

1. Ligue o instrumento premindo o botão **ON/OFF**
2. Detete o endereço IP da rede Ethernet local à qual o instrumento está ligado através do conector de entrada RJ45 (ver Fig. 2 – parte 4), conforme descrito no § 5.1.11
3. Inicie o software HTAgorà
4. Clique no botão "**Digitalizar**" para detetar o instrumento. As indicações "PQA924" e o tipo de ligação "NETWORK" são apresentadas como se mostra na Fig. 86

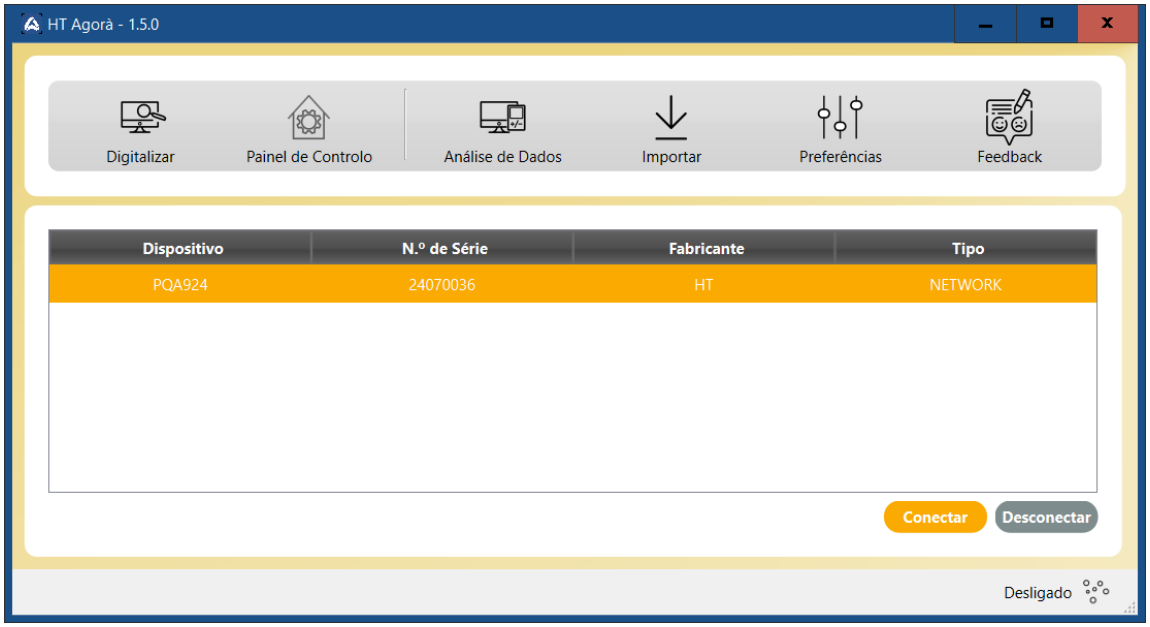


Fig. 86: Ligação do Instrumento ao software HTAgorà e ligação Ethernet

5. Clicar no botão "**Conectar**" para estabelecer a ligação com o instrumento e utilizar as interfaces do software para realizar as operações desejadas

8. MANUTENÇÃO

8.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Durante a utilização e armazenamento, seguir as recomendações deste manual para evitar danos ao instrumento ou riscos para o utilizador. Não utilizar o instrumento em ambientes com humidade ou temperatura fora dos limites especificados em § 9.3. Não expor diretamente à luz solar. Desligar sempre o instrumento após o uso. **Se não for utilizá-lo por um longo período, remover as baterias para evitar vazamento de líquidos que possam danificar os circuitos internos**.

8.2. SUBSTITUIÇÃO OU RECARGA DAS BATERIAS INTERNAS

Quando o ícone de bateria fraca "", aparecer no ecrã, as baterias devem ser substituídas (se forem alcalinas) ou recarregadas (se forem recarregáveis NiMH).

ATENÇÃO

- Apenas técnicos qualificados podem realizar esta operação. Antes de proceder, garantir que todos os cabos foram removidos dos terminais de entrada.
- Para recarregar as baterias, **utilizar exclusivamente o alimentador HT** fornecido, a fim de evitar possíveis danos ao instrumento.

A Tabela 2 abaixo apresenta os possíveis estados do instrumento

Ícones no ecrã	Descrições
	Bateria completamente descarregada → Realizar a recarga.
	Nível de bateria baixo → Recomenda-se recarregar.
	Bateria completamente carregada
	Nível de bateria médio
	Bateria em carregamento
	Carregamento da bateria concluído
	Problema no carregamento das baterias internas → Usar baterias novas ou contactar o serviço de assistência HT.

Tabela 2: Descrição do estado das baterias internas

Substituição das Baterias Internas

1. Desligar o instrumento.
2. Remover os cabos dos terminais de entrada.
3. Desaparafusar o parafuso de fixação da tampa do compartimento das baterias e removê-la.
4. Retirar todas as baterias alcalinas e substituí-las por baterias idênticas (ver § 9.2), respeitando a polaridade indicada.
5. Recolocar a tampa do compartimento das baterias e fixá-la com o respetivo parafuso.
6. Não descartar as baterias usadas no ambiente. Utilizar os recipientes apropriados para a sua eliminação

Recarga das Baterias Internas

A recarga completa das baterias deve ser realizada **sempre com o alimentador externo fornecido**. O alimentador carrega as baterias t**anto com o instrumento ligado quanto desligado**. **Não recarregar baterias alcalinas**. Procedimento:

1. Remover os cabos dos terminais de entrada.
2. Ligar o instrumento.
3. Conectar o alimentador externo ao instrumento e ligá-lo à rede elétrica. O símbolo "" aparecerá no canto superior direito do ecrã, indicando que a recarga das baterias internas está em curso
4. Aguardar até que o ícone "" seja exibido, indicando que a recarga foi concluída.
5. Desligar o alimentador externo

8.3. LIMPEZA DO INSTRUMENTO

Para limpar o instrumento, utilizar um pano macio e seco. Nunca usar panos húmidos, solventes, água ou outros produtos de limpeza, tendo especial cuidado com o ecrã TFT.

9. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

9.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A precisão é expressa como ±[% leitura + valor] a 23°C±5°C, <70%RH. As incertezas para valores fora dos intervalos de medição indicados não são declaradas

Tensão AC TRMS (L-L / L-N) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [V]	Udin [V]	Frequência [Hz]	Resolução [V]	Precisão
0.00 ÷ 999.99	100 ÷ 690	42.5 ÷ 69.0	0.01	± (0.5%UdinMIN)

Udin = tensão nominal do sistema; Fator de crista máximo: 1.5
O instrumento pode ser ligado a transformadores de tensão externos (TV) com um rácio de transformação no intervalo de: 1÷9999

Frequência – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [Hz]	Resolução [Hz]	Precisão
42.50 ÷ 57.50	0.01	±0.05Hz
51.00 ÷ 69.00		

Frequência do sinal detetada entre as entradas L1-N ou L1-L2.

Anomalias de Tensão (L-L / L-N) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [V]	Resolução Tensão	Resolução Anomalia	Resolução duração Anom.	Precisão Tensão	Precisão Tempo
1.00 ÷ 999.99	0.01V	½ ciclo	1 ciclo	± (1.0%UdinMIN)	± 2 cicli

Udin = tensão nominal do sistema; Histerese anomalia: 2%; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Escalas de tensão Udin:100÷690V
Limite ajustável: ±1% ÷ ±30%; Fator de crista tensão: 1.41

Transientes rápidos de Tensão (L-PE Mono/Trifásico) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [V]	Resolução de Tensão [V]	Resolução de Tempo [s]	Precisão
-8000 ÷ 8000	10	1µ	±3%FE

Número máximo de eventos registáveis: 2000; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Limiar mínimo: 200V/µs.
Limiar ajustável: 50V ÷ 8kV

Flicker – Sistemas Monofásico/Trifásico – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Parâmetro	Escalas	Resolução	Precisão
Pst	0.400 ÷ 4.000	0.001	10%
Plt			

Corrente CA TRMS (Transdutor Standard STD) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [mV]	Resolução [mV]	Precisão
1.0 ÷ 99.9	0.1	±(2.0%leitura+0.5mV)
100 ÷ 999.9		±(2.0%leitura) Classe S

Valores de sinal <1mV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Corrente CA TRMS (Transdutor FLEX – FE=300A) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [mV]	Resolução [µV]	Precisão
0.085 ÷ 2.55	8.5	±(2.0%leitura+42.5µV)
2.55 ÷ 25.5		±(2.0%leitura) Classe S

Valores de sinal <85µV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Corrente CA TRMS (Transdutor FLEX – FE=3000A) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [mV]	Resolução [µV]	Precisão
0.85 ÷ 25.5	85	±(2.0%leitura +425µV)
25.5 ÷ 255		±(2.0%leitura) Classe S

Valores de sinal <850µV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Corrente CA TRMS (Transdutor FLEX – FE=6000A) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [mV]	Resolução [µV]	Precisão
1.7 ÷ 51.0	170	±(2.0%leitura +850µV)
51.0 ÷ 510		±(2.0% leitura) Classe S

Valores de sinal <1.7mV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Corrente CA TRMS (Transdutor FLEX – FE=10000A) – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Escalas [mV]	Resolução [µV]	Precisão
1.7 ÷ 85.0	283	±(2.0%leitura +1400µV)
85.0 ÷ 850		±(2.0%leitura)

Valores de sinal <1.7mV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤1.8.

Correntes de Arranque (Inrush) – (Transdutor Standard STD)

Escalas [mV]	Resolução de Tensão [mV]	Resolução de Tempo	Precisão de Tensão	Precisão de Tempo
1.0 ÷ 999.9	0.1	± ½ ciclo	±(2%leitura +0.5mV)	± ½ ciclo

Valores de sinal <1mV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Correntes de Arranque (Inrush) – (Transdutor FLEX FE=300A)

Escalas [mV]	Resolução de Tensão [µV]	Resolução de Tempo	Precisão de Tensão	Precisão de Tempo
0.085 ÷ 25.5	8.5	± ½ ciclo	±(2%leitura +42.5µV)	± ½ ciclo

Valores de sinal <85µV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Correntes de Arranque (Inrush) – (Transdutor FLEX FE=3000A)

Escalas [mV]	Resolução de Tensão [µV]	Resolução de Tempo	Precisão de Tensão	Precisão de Tempo
0.85 ÷ 255	85	± ½ ciclo	±(2%leitura +425µV)	± ½ ciclo

Valores de sinal <850µV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Correntes de Arranque (Inrush) – (Transdutor FLEX FE=6000A)

Escalas [mV]	Resolução de Tensão [µV]	Resolução de Tempo	Precisão de Tensão	Precisão de Tempo
1.7 ÷ 510	170	± ½ ciclo	±(2%leitura +425µV)	± ½ ciclo

Valores de sinal <1.7mV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤3.

Correntes de Arranque (Inrush) – (Transdutor FLEX FE=10000A)

Escalas [mV]	Resolução de Tensão [µV]	Resolução de Tempo	Precisão de Tensão	Precisão de Tempo
1.7 ÷ 850	283	± ½ ciclo	±(2%leitura +710µV)	± ½ ciclo

Valores de sinal <1.7mV são considerados zero; Escalas de frequência: 42.5Hz ÷ 69.0Hz; Fator de crista: ≤1.8.

Amplitude Harmónicas/Interharmónicas de Tensão – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Ordem	Condição	Udin [V]	Resolução [V]	Precisão
DC ÷ 63°	Uh ≥ 3%Udin	100 ÷ 690	0.01	±10%leitura
	Uh <3%Udin			±0.30%Udin

Udin = tensão nominal do sistema ; Escalas de frequência fundamental: 42.5Hz ÷ 69.0Hz

Fase Harmónicas de Tensão - Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Ordem	Condição	Udin [V]	Resolução [°]	Precisão
DC ÷ 63°	Uh ≥ 3%Udin	100 ÷ 690	0.01	±(ordem h x 1°)
	Uh <3%Udin			±(2 x ordem h x 1°)

Udin = tensão nominal do sistema ; Escalas de frequência fundamental: 42.5Hz ÷ 69.0Hz

Amplitude Harmónicas/Interharmónicas de Corrente – Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Ordem	Condição	Resolução [A]	Precisão
DC ÷ 63°	Ih ≥ 10%FE	0.1	±10%leitura
	Ih <10%FE		±0.30%FE

FE = Fundo de escala da pinça utilizada; Escalas de frequência fundamental: 42.5Hz ÷ 69.0Hz.

Harmónicas de Potência - Classe S (IEC/EN61000-4-30)

Condição Tensão	Condição Corrente	Udin [V]	Resolução [W]	Precisão
Uh ≥ 3%Udin	Ih ≥ 10%FE	100 ÷ 690	0.1	±(20%leitura+10dgt)
	Ih <10%FE			±(0.30%FE+10%leitura+10dgt)
Uh <3%Udin	Ih ≥ 10%FE			±(0.30%Udin+10%leitura+10dgt)
	Ih <10%FE			±(0.30%Udin+0.30%FE+10dgt)

FE = Fundo de escala da pinça utilizada ; Udin = tensão nominal do sistema ; Escalas de frequência fundamental: 42.5Hz ÷ 69.0Hz

Potência/Energia Ativa/Aparente CA (V:[80%..120%Udin],I: FE [1..3000A],cosφ=1)- Pinça STD

Escala Corrente [mV]	Escala [W], [Wh], [VA]	Resolução [W] [Wh], [VA]	Precisão
10 ÷50	0.000 x FE ÷ 9.999 x FE 10.00 x FE ÷ 99.99 x FE 100.0 x FE ÷ 999.9 x FE 1.000k x FE ÷ 9.999k x FE 10.00k x FE ÷ 99.99k x FE 100.0k x FE ÷ 999.9k x FE 1000k x FE ÷ 9999k x FE	0.001 x FE 0.01 x FE 0.1 x FE 0.001k x FE 0.01k x FE 0.1k x FE 1k x FE	±(2.0%leitura)
50 ÷ 1000			±(1.5%leitura)

FE = Fundo de escala da pinça; Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Ativa/Aparente CA (V:[80%..120%Udin],I: FE = 300A, cosφ = 1) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [W], [Wh], [VA]	Resolução [W] [Wh], [VA]	Precisão
0.255 ÷ 1.275	0.0 ÷ 999.5 1.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k	0.5 0.005k 0.05k 0.5k 5k	±(2.0%leitura)
1.275 ÷ 25.5			±(1.5%leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Ativa/Aparente CA (V:[80%..120%Udin], I: FE=3000A, cosφ=1) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [W], [Wh], [VA]	Resolução [W] [Wh], [VA]	Precisão
2.55 ÷ 12.75	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5 0.05k 0.5k 5k 0.005M	±(2.0% da leitura)
12.75 ÷ 255			±(1.5% da leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Ativa/Aparente CA (V:[80%..120%Udin], I:FE=6000A,cosφ = 1) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [W], [Wh], [VA]	Resolução [W] [Wh], [VA]	Precisão
5.1 ÷ 25.5	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5 0.05k 0.5k 5k 0.005M	±(2.0% da leitura)
25.5 ÷ 510			±(1.5% da leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Ativa/Aparente CA (V:[80%..120%Udin], I:FE=10000A,cosφ=1) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [W], [Wh], [VA]	Resolução [W] [Wh], [VA]	Precisão
5.1 ÷ 25.5	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5 0.05k 0.5k 5k 0.005M	±(2.0% da leitura)
25.5 ÷ 850			±(1.5% da leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Reativa CA (V: [80%..120%Udin], I: FE [1..3000A], cosφ = 0.5) – Pinça STD

Escala Corrente [mV]	Escala [VAr] [VArh]	Resolução [VAr] [VArh]	Precisão
20 ÷100	0.000 x FE ÷ 9.999 x FE 10.00 x FE ÷ 99.99 x FE 100.0 x FE ÷ 999.9 x FE 1.000k x FE ÷ 9.999k x FE 10.00k x FE ÷ 99.99k x FE 100.0k x FE ÷ 999.9k x FE 1000k x FE ÷ 9999k x FE	0.001 x FE 0.01 x FE 0.1 x FE 0.001k x FE 0.01k x FE 0.1k x FE 1k x FE	±(2.0%leitura)
100 ÷ 1000			±(1.5%leitura)

FE = Fundo de escala da pinça; Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Reativa CA (V: [80%..120%Udin], I: FE = 300A, cosφ = 0.5) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [VAr] [VArh]	Resolução [VAr] [VArh]	Precisão
0.510 ÷ 2.55	0.0 ÷ 999.5 1.000k ÷ 9.999k 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k	0.5 0.005k 0.05k 0.5k 5k	±(2.0%leitura)
2.55 ÷ 25.5			±(1.5%leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Reativa CA (V: [80%..120%Udin], I: FE = 3000A, cosφ = 0.5) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [VAr] [VArh]	Resolução [VAr] [VArh]	Precisão
5.10 ÷ 25.5	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5 0.05k 0.5k 5k 0.005M	±(2.0%leitura)
25.5 ÷ 255			±(1.5%leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Reativa CA (V: [80%..120%Udin], I: FE = 6000A, cosφ = 0.5) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [VAr] [VArh]	Resolução [VAr] [VArh]	Precisão
10.2 ÷ 51.0	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5 0.05k 0.5k 5k 0.005M	±(2.0%leitura)
51.0 ÷ 510			±(1.5%leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Potência/Energia Reativa CA (V: [80%..120%Udin], I: FE = 10000A, cosφ = 0.5) – Pinça FLEX

Escala Corrente [mV]	Escala [VAr] [VArh]	Resolução [VAr] [VArh]	Precisão
10.2 ÷ 51.0	0 ÷ 9999 10.00k ÷ 99.99k 100.0k ÷ 999.9k 1000k ÷ 9999k 1.000M ÷ 9.999M	5 0.05k 0.5k 5k 0.005M	±(2.0%leitura)
51.0 ÷ 850			±(1.5%leitura)

Escalas de frequência fundamental: 42.5 ÷ 69Hz; Tensões e correntes sinusoidais

Fator de Potência e cosφ – (V: [80%..120%Udin], I: >10% FE Pinça)

Escalas	Precisão (°)	Resolução (°)
0.20 ÷ 1.00	0.01	±0.04

9.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Funções do instrumento

Análise periódica (valores TRMS):	Tensões (5 canais), Correntes (4 canais), Potências Ativas, Reativas e Aparente (4 quadrantes), Fatores de potência e cosφ (4 quadrantes), Energias Ativas e Reativas (4 quadrantes), Dissimetria de tensão, Flicker, Valores de pico
Análise harmónica:	Histogramas de Tensões e Correntes (amplitude/fase), Potências (amplitude), Interharmónicas, Fator K até à 63° ordem, THD%, THI%, Harmónicas de entrada e saída.
Formas de onda dos sinais:	Tensões, Correntes
Diagramas vetoriais:	Tensões, Correntes
Anomalias de Tensão:	Quedas, picos, interrupções (máx. 2000 eventos)
Transientes rápidos de Tensão:	Até 8kV (máx. 2000 eventos)
Correntes de arranque (Inrush):	Máx. 2000 eventos

Registos

Número de parâmetros registáveis:	3180 parâmetros + eventos de tensão/corrente
Período de integração (PI):	0.2s, 3s, 10s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 120m
Período de integração da frequência:	1s ÷ 30s
Período de integração das harmónicas:	0.2s, 3s, 6s, 10s, 12s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5 min, 10min, 15min, 30min, 60min, 120min
Tamanho máximo do registo:	512MB (todos os parâmetros), máximo de 99 gravações
Autonomia do registo:	Aprox. 408 dias (PI = 10min), aprox. 3 horas (PI = 0.2s).

Ecrã

Características:	Gráfico, 3.5” 320x240 px, TFT, a cores, ecrã tátil resistivo retro iluminado.
Ajuste de luminosidade:	programável

Memória e Interfaces com PC

Memória para armazenamento de dados:	Cartão de memória externo (**velocidade mínima de gravação 10 MB/s, formatado FAT32**)
Interface com PC:	USB-C, WiFi, Ethernet (LAN RJ45)

Alimentação

Alimentação interna:	6x 1.5V pilhas alcalinas tipo AA LR06 ou 6x 1.2V pilhas recarregáveis NiMH tipo AA LR06
Tempo de carregamento:	Aprox. 6 horas
Carregador de baterias:	100-415VCA/15VCC, 8W, 50/60Hz
Desligamento automático:	Após 5 minutos sem utilização (sem alimentador)

Características Mecânicas

Dimensões (L x P x A):	235 x 165 x 75mm
Peso (com bateria incluída):	1.2kg
Proteção mecânica:	IP40

Normas de referência

Segurança do instrumento:	IEC/EN61010-1, IEC/EN61010-2-030
EMC:	IEC/EN61326-1
Documentação técnica:	IEC/EN61187
Segurança dos acessórios de medição:	IEC/EN61010-031, IEC/EN61010-2-032
Isolamento:	Isolamento duplo
Grau de poluição:	2
Categoria de medição:	CAT IV 600V, CAT III 1000V em relação à Terra Máx. 1000V entre as entradas
Qualidade da rede	IEC/EN61000-4-30 – Classe S
Qualidade da tensão da rede:	EN50160
Flicker:	IEC/EN61000-4-15
Harmónicas, Interharmónicas, Dissimetria:	IEC/EN61000-4-7

9.3. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE UTILIZAÇÃO

Temperatura de referência:	23°C ± 5°C
Temperatura de operação:	-10°C ÷ 50°C
Humidade relativa de operação:	10°C ÷ 30°C → <95%RH (senza condensa)
	30°C ÷ 40°C → <75%RH (senza condensa)
	40°C ÷ 50°C → <45%RH (senza condensa)
Temperatura de armazenamento:	-20°C ÷ 60°C
Humidade de armazenamento:	<80%RH
Altitude máxima de operação:	2000m

Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia de Baixa Tensão 2014/35/EU (LVD), da Diretiva EMC 2014/30/EU e da Diretiva RED 2014/53/EU
Este instrumento está em conformidade com os requisitos da Diretiva Europeia 2011/65/EU (RoHS) e da Diretiva Europeia 2012/19/EU (WEEE).

9.4. ACESSÓRIOS

Consultar a lista de embalagem anexada

10. APÊNDICE – NOÇÕES TEÓRICAS

10.1. ANOMALIAS DE TENSÃO

O instrumento define como anomalias de tensão todos os valores TRMS, calculados a cada 20ms (@50Hz), que estejam fora dos limites definidos na fase de programação, variando de ±1% a ±30% em relação a um valor de referência fixado, com incrementos de 1%. Estes limites permanecem inalterados durante toda a duração do registo. De forma geral, considera-se que as anomalias de tensão (quedas, picos ou interrupções) terminam quando a tensão em análise volta a estar dentro dos limites programados, com a adição de um valor percentual de **histerese**, conforme indicado na Fig. 87

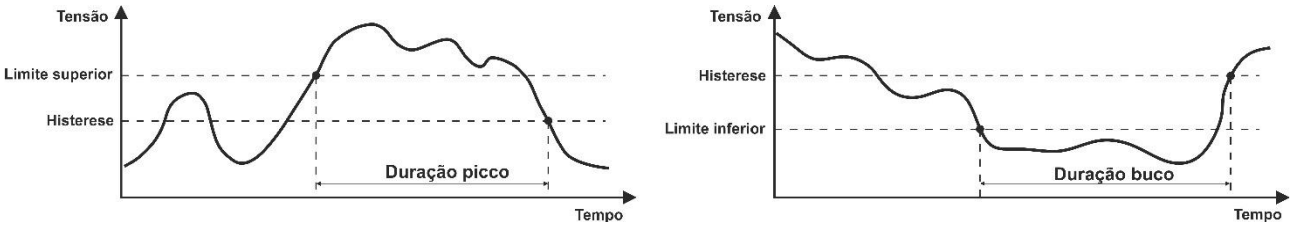


Fig. 87: Referências na deteção de anomalias de tensão

O valor da Tensão de referência deve ser definido da seguinte forma:

Tensão nominal **Fase-Neutro** → sistemas Monofásicos e Trifásicos de 4 fios.
Tensão nominal **Fase-Fase** → sistemas Trifásicos de 3 fios.

Exemplo 1: Sistema Trifásico de 3 fios.
Vref = 400V, LIM+= 10%, LIM-=10%
Lim Sup= 400 x (1+10/100) = 440V
Lim Inf = 400 x (1-10/100) = 360V

Exemplo 2: Sistema Trifásico de 4 fios.
Vref = 230V, LIM+= 10%, LIM-=10%
Lim Sup= 230 x (1+10/100) = 253V
Lim Inf = 230 x (1-10/100) = 207V

ATENÇÃO

- A visualização das anomalias é possível **apenas dentro do software HTAgorà**
- A deteção e o registo das anomalias de tensão, por serem eventos independentes, **NÃO seguem** os períodos de integração definidos no instrumento.

- O número correspondente à fase em que ocorreu a anomalia.
- A "direção" da anomalia: "Up", "Down" ou "Break" identificam respetivamente picos, quedas ou interrupções de tensão.
- A data e hora de início do evento.
- A duração do evento, com uma resolução mínima de um período.
- O valor mínimo (ou máximo) da tensão durante o fenómeno.
- O gráfico das 10 formas de onda antes e incluindo o início da anomalia (@ f = 50Hz) ou 12 formas de onda (@ f = 60Hz).
- O gráfico das 10 formas de onda no final da anomalia e após ela (@ f = 50Hz) ou 12 formas de onda (@ f = 60Hz).

10.2. HARMÓNICAS DE TENSÃO E CORRENTE

10.2.1. Teoria

Qualquer onda periódica não sinusoidal pode ser representada como uma soma de ondas sinusoidais, cada uma com uma frequência múltipla inteira da fundamental (@50Hz ou @60Hz), de acordo com a seguinte relação:

$$V(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty} V_k \sin\left(\omega_k t + \varphi_k\right) \qquad (1)$$

onde:

V_0 = Valor médio do sinal V(t)
Vk = Amplitude da k-ésima harmónica de V(t)
ωk = 2πfk = pulsação da k-ésima harmónica
fk = frequência da k-ésima harmónica
φk = ângulo de fase da k-ésima harmónica

No caso da tensão da rede, a fundamental tem uma frequência de 50Hz, a segunda harmónica tem uma frequência de 100Hz, a terceira harmónica tem uma frequência de 150Hz e assim sucessivamente. A distorção harmónica é um problema constante e não deve ser confundida com fenómenos de curta duração, como picos, quedas ou flutuações. O ângulo de fase da harmónica determina o ponto zero em relação à origem e pode influenciar significativamente a amplitude máxima do sinal harmónico resultante.

Pode-se observar que, na equação (1), o índice da soma vai de **1 a ∞**. No entanto, na prática, nenhum sinal possui um número ilimitado de harmónicas: **há sempre uma ordem a partir da qual o valor das harmónicas se torna desprezável**. Na Fig. 88 , é exibido um exemplo de sobreposição de uma harmónica de 3° ordem a uma fundamental sinusoidal de um sinal. Quando a fase da harmónica está em oposição de fase, gera-se um sinal resultante significativamente distorcido e com amplitude superior à da fundamental, o que pode causar problemas na gestão das proteções.

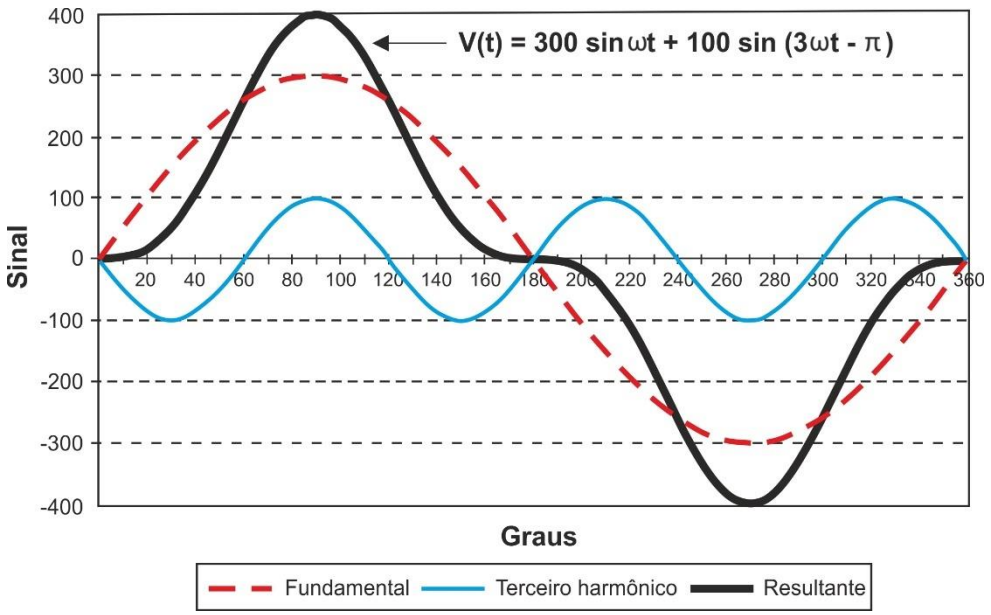


Fig. 88: Análise Harmónica – Efeito da Soma de Duas Frequências Múltiplas

As normas EN50160 e IEC/EN61000-4-30 Classe S sugerem truncar a soma na equação (1) até à **40° ordem**. Um indicador fundamental para detetar a presença de harmónicas é o parâmetro Distorção Harmónica Total (Total Harmonic Distortion - **THD%**), definido como um valor percentual da seguinte forma:

$$THDV\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1} x100$$

Este indicador considera a presença de todas as harmónicas e aumenta à medida que a forma de onda da tensão ou corrente se torna mais distorcida.

10.2.2. Valores limite para as harmónicas de tensão

A norma EN50160 estabelece limites para **amplitudes máximas de tensões harmónicas** que a entidade fornecedora pode introduzir na rede. Em condições normais de operação, durante qualquer período de uma semana, 95% dos valores eficazes de cada tensão harmónica, calculados com médias de 10 minutos, devem ser inferiores ou iguais aos valores indicados na (*) Valores indicados em percentagem referem-se ao fundamental U1

NOTA: não valor é indicado qualquer para harmónicos de ordem superior a 25, pois têm amplitudes muito pequenas e não são previsíveis devido a fenómenos de ressonância.

Tabela 3. A distorção harmónica total (THD) da tensão de alimentação, considerando todas as harmónicas até à 40° ordem, **deve ser inferior ou igual a 8%**

HARMÓNICAS ÍMPARES (*)				**HARMÓNICAS PARES (*)**	
Não múltiplas de 3		**Múltiplas de 3**			
Ordem h	**Amplitude máxima relativo Uh**	**Ordem h**	**Amplitude máxima relativo Uh**	**Ordem h**	**Amplitude máxima relativo Uh**
5	6.0%	3	5.0%	2	2.0%
7	5.0%	9	1.5%	4	1.0%
11	3.5%	15	1.0%	6..24	0.5%
13	3.0%	21	0.75%		
17	2.0%				
19	1.5%				
23	1.5%				
25	1.5%				

(*) Valores indicados em percentagem referem-se ao fundamental U1

NOTA: não valor é indicado qualquer para harmónicos de ordem superior a 25, pois têm amplitudes muito pequenas e não são previsíveis devido a fenómenos de ressonância.

Tabela 3: Valores de referência para harmónicas de tensão segundo a EN50160

Estes limites, teoricamente aplicáveis apenas às entidades fornecedoras de energia elétrica, fornecem, no entanto, uma série de valores de referência dentro dos quais também devem ser contidas as harmónicas introduzidas na rede pelos utilizadores.

10.2.3. Causas da presença de harmónicas

Qualquer utilizador que altere a onda sinusoidal ou utilize apenas uma parte dessa onda provoca distorções e, consequentemente, introduz um conteúdo harmónico.

Todos os sinais de corrente são, de alguma forma, virtualmente distorcidos. A distorção harmónica mais comum é causada por cargas **NÃO LINEARES**, como eletrodomésticos, computadores ou reguladores de velocidade para motores. Esta distorção gera correntes significativas em frequências que são múltiplos inteiros da frequência da rede, afetando especialmente os condutores de neutro das instalações elétricas.

Na maioria dos países, a tensão de rede utilizada é trifásica, operando a 50/60 Hz, fornecida por um transformador com primário ligado em triângulo e secundário ligado em estrela. O secundário geralmente produz **230 VCA entre fase e neutro** e **400 VCA entre fases**.

Equilibrar as cargas em cada fase sempre foi um desafio para os projetistas de instalações elétricas. Até algumas décadas atrás, num sistema bem equilibrado, a soma vetorial das correntes no neutro era zero ou, no mínimo, bastante baixa (dada a dificuldade de alcançar um equilíbrio perfeito). Na época, os instrumentos conectados eram lâmpadas incandescentes, pequenos motores e outros dispositivos de carga linear, resultando em correntes essencialmente sinusoidais em cada fase e uma corrente de neutro de baixo valor e frequência de **50/60 Hz**.

Dispositivos modernos, como televisores, lâmpadas fluorescentes, instrumentos de vídeo e fornos de micro-ondas, normalmente absorvem corrente apenas durante uma fração de cada ciclo, causando cargas não lineares e, consequentemente, correntes não lineares. Isso gera harmónicas da frequência da rede de 50/60 Hz. Atualmente, a corrente nos transformadores das subestações de distribuição contém não apenas a componente fundamental de 50 Hz (ou 60 Hz), mas também harmónicas de 150 Hz (ou 180 Hz), 250 Hz (ou 300 Hz) e outras componentes significativas até 750 Hz (ou 900 Hz) e além. **Neste contexto, o conhecimento do fator K (ver § 10.2.5) é fundamental**.

A soma vetorial das correntes num sistema equilibrado que alimenta cargas não lineares pode ainda ser relativamente baixa. No entanto, essa soma não elimina todas as correntes harmónicas. Os múltiplos ímpares da **terceira harmónica** (chamados "TRIPLENS") somam-se algebricamente no neutro, **podendo causar sobreaquecimentos, mesmo quando as cargas estão equilibradas**.

10.2.4. Consequências da presença de harmónicas

De um modo geral, as harmónicas de **ordem par** (2°, 4°, 6°, etc.) **não causam problemas significativos**. No entanto, as harmónicas triplas, que são múltiplos ímpares de três, somam-se no neutro em vez de se anularem, criando uma situação de sobreaquecimento potencialmente perigosa do condutor. Os projetistas devem considerar três aspetos fundamentais ao desenhar um sistema de distribuição de energia onde estejam presentes correntes harmónicas:

- O condutor de neutro deve ser adequadamente dimensionado para suportar o aumento da corrente.
- O transformador de distribuição deve dispor de um sistema de arrefecimento auxiliar para continuar a operar na sua capacidade nominal, caso não esteja preparado para lidar com harmónicas. Isto deve-se ao facto de a corrente harmónica no neutro do circuito secundário circular no primário ligado em triângulo, causando sobreaquecimento do transformador.
- As correntes harmónicas de fase refletem-se no circuito primário e retornam à fonte, podendo distorcer a forma de onda da tensão. Este efeito pode sobrecarregar condensadores de compensação de fator de potência instalados na linha.

As harmónicas de 5° e 11° ordem opõem-se ao fluxo de corrente nos motores, dificultando o seu funcionamento e reduzindo a sua vida útil.
De um modo geral, quanto maior a ordem da harmónica, menor a sua energia e menor o impacto nos instrumentos. No entanto, os transformadores são uma exceção a esta regra, pois podem ser significativamente afetados mesmo por harmónicas de ordem superior.

10.2.5. Parâmetros de escolha dos transformadores elétricos – Fator K

A alimentação de cargas elétricas não lineares pode causar problemas térmicos e mecânicos nos transformadores de potência. As correntes harmónicas geram **perdas adicionais nos enrolamentos e podem causar vibrações**, reduzindo a vida útil do transformador e comprometendo o seu correto funcionamento..

Por exemplo, um transformador que opera 10°C acima da sua classe de isolamento pode sofrer uma redução de 50% na sua vida útil. O isolamento é sensível a temperaturas elevadas: um sobreaquecimento excessivo pode deteriorar as suas características físicas, podendo levar, no pior dos casos, a um curto-circuito entre espiras ou para a massa, colocando o transformador fora de serviço.

Para alimentar com segurança uma carga com utentes não lineares, o transformador deve ser corretamente projetado. O fator K é um índice utilizado para avaliar a capacidade do transformador de suportar cargas não lineares, evitando sobreaquecimentos e garantindo continuidade operacional. O Fator K é definido pela seguinte equação **e é um parâmetro incluído na análise harmónica realizada pelo instrumento PQA924**:

$$K = \frac{\sum_{n=1}^{50}(I_n^2 * n^2)}{\sum_{n=1}^{50} I_n^2}$$

onde:

I_n = valor eficaz da corrente harmónica de ordem n
n = ordem da harmónica

Quanto maior for o fator K de um transformador, mais resistente ele será a cargas não lineares. Para garantir o correto funcionamento do sistema, o transformador escolhido deve ter um fator K igual ou superior ao da carga que irá alimentar.

10.2.6. Interharmónicas

Enquanto as harmónicas são sinais cuja frequência é um múltiplo inteiro da fundamental, as **interharmónicas** são sinais com frequência que **não é um múltiplo inteiro** da fundamental.

O estudo dos distúrbios associados às interharmónicas ainda está em evolução, mas tem-se tornado cada vez mais relevante devido à difusão dos conversores de frequência e de dispositivos eletrónicos de controlo.

Por analogia ao que acontece com as harmónicas, a ordem de uma interharmónica é dada pela razão entre a frequência da interharmónica e a da fundamental. Existem dois mecanismos principais para a geração de interharmónicas. O primeiro está relacionado com a modulação em amplitude e/ou fase da frequência da tensão de alimentação. O segundo mecanismo é a comutação assíncrona (ou seja, não sincronizada com a frequência de alimentação) dos dispositivos semicondutores nos conversores estáticos. Exemplos típicos incluem cicloconvertedores e conversores por modulação de largura de impulso (PWM). As cargas que podem gerar interharmónicas são:

- Cargas baseadas em arco elétrico, como máquinas de soldar e fornos de arco
- Acionamentos elétricos (motores com controlo eletrónico).
- Conversores estáticos, como cicloconversores e conversores PWM (modulação por largura de pulso).

O instrumento PQA924 realiza o cálculo das interharmónicas tanto para a tensão quanto para a corrente..

Um índice fundamental para avaliar a presença de interharmónicas na tensão é o parâmetro de Distorção Interharmónica Total (THIV%), definido como:

$$TIDV\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_{ih}^2}}{V_1} x100$$

10.3. CORRENTES DE ARRANQUE

O instrumento PQA924 permite detetar e registar eventos relacionados com a corrente de arranque, um fenómeno típico do arranque de máquinas rotativas, mas também utilizado noutras aplicações no setor da instalação industrial (por exemplo, resolução de problemas em comutações de cargas, dimensionamento de proteções, correntes oscilantes, etc.), conforme ilustrado nas figuras seguintes:

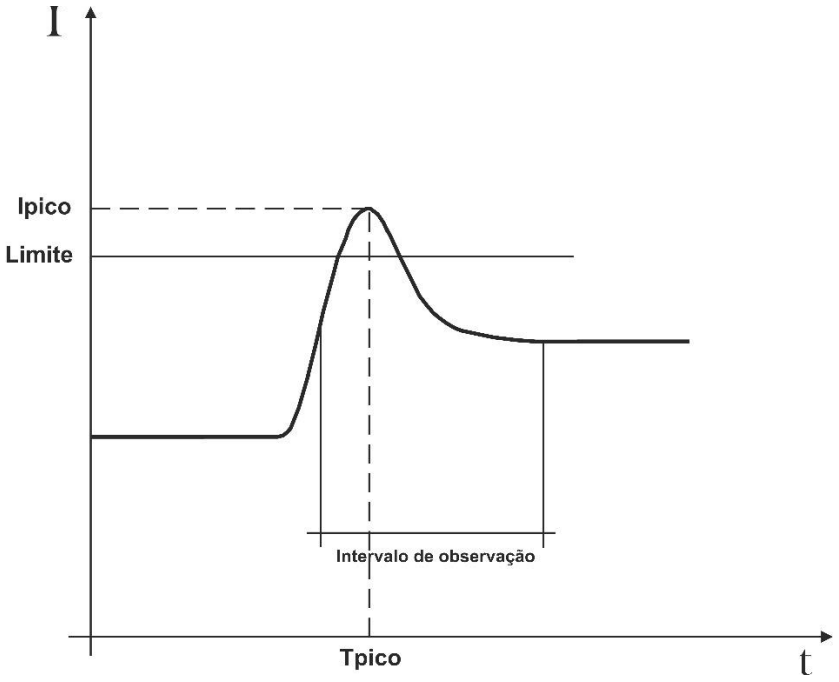


Fig. 89: Parâmetros da corrente de arranque com comportamento padrão

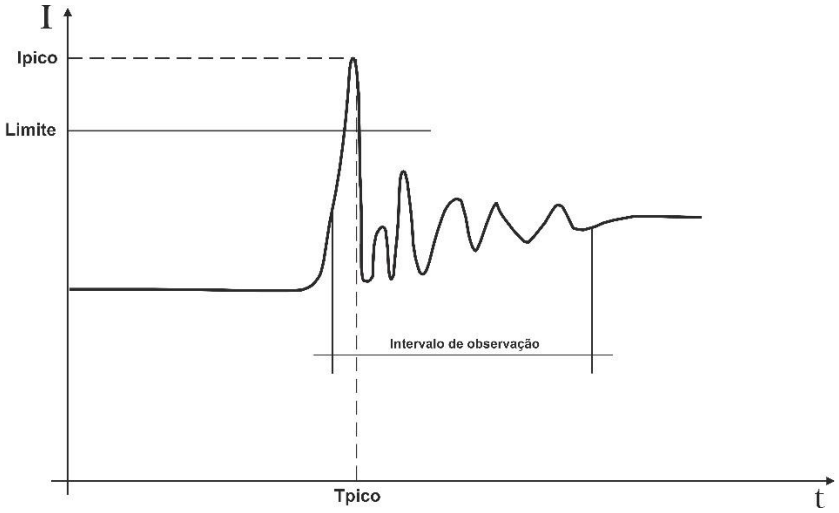


Fig. 90: Parâmetros da corrente de arranque com comportamento oscilante

O instrumento cataloga como correntes de arranque todos os eventos caracterizados pelo facto de a corrente de fase exceder um limiar predefinido. O número máximo de eventos que podem ser registados é **2000**.
Na fase de configuração do instrumento antes do registo, o utilizador tem a possibilidade de modificar os seguintes parâmetros:

- **Limite de corrente**: Valor de corrente que aciona a deteção e o registo de um evento. O valor máximo configurável é sempre igual ao fundo de escala das pinças utilizadas.

- **Modos de deteção**: Estão disponíveis os seguintes modos:

  Fixa: O instrumento deteta e regista um evento quando o valor RMS da corrente calculado para cada semi-período (10 ms a 50 Hz, 8,3 ms a 60 Hz) ultrapassa o valor do limite definido pelo utilizador. **Para que o instrumento esteja pronto a detetar um novo evento, a corrente tem de descer abaixo do limite de corrente definido**

  VAR: O instrumento deteta e regista um evento sempre que o valor RMS da corrente calculado em cada semi-período (10 ms a 50 Hz, 8,3 ms a 60 Hz) excede o valor RMS anterior (calculado no semi-período precedente) numa quantidade igual ao limite definido pelo utilizador.

- **Intervalo de observação**: Quando o instrumento deteta um evento, regista 100 valores RMS da corrente e 100 valores RMS da tensão correspondente dentro do intervalo de observação especificado. Os valores disponíveis estão no intervalo de **0,2s ÷ 10,0s**, com incrementos de **0,2s**.

ATENÇÃO

A visualização dos eventos é possível **apenas através do software HTAgorà**

A análise dos resultados só é possível descarregando os dados para o PC utilizando o software HTAgorà. Em particular, são exibidos os seguintes valores:

- **Tabela numérica dos eventos registados**, incluindo a fase em que ocorreu o evento, a data/hora do evento, o valor máximo entre os valores TRMS calculado num semiperíodo durante o intervalo de observação e o valor assumido pelo último valor dentro desse intervalo.
- **Janela gráfica dos eventos registados** (apresentando o gráfico dos 100 valores TRMS memorizados da corrente e da correspondente tensão durante o intervalo de observação para cada linha da tabela numérica).

10.4. FLICKER DA TENSÃO

No campo da eletrotécnica, o "**Flicker**" é um fenómeno causado por variações repentinas e repetitivas da tensão da rede. Este fenómeno deve-se à conexão e desconexão frequente de cargas e manifesta-se como uma perturbação visual, criando uma impressão de instabilidade (cintilação) na luminância dos dispositivos de iluminação. Este efeito incómodo deve ser monitorizado de acordo com os requisitos da norma **IEC/EN61000-4-15**, que estipula que a **severidade de longa duração** da intensidade da perturbação do Flicker não deve exceder o valor de **1 durante 95% do tempo de observação**.

As causas desta perturbação estão frequentemente associadas à ligação e desligamento de grandes cargas conectadas à rede que operam de forma intermitente, um fenómeno típico presente em fundições ou em soldaduras por arco elétrico industriais.

Para avaliar e controlar este fenómeno aleatório, foi introduzida a grandeza **Pst**, baseada em medições da tensão da rede. Esta grandeza é definida como a **severidade do Flicker de curta duração**, uma vez que o período de aquisição da tensão da rede necessário para a análise é relativamente curto (**10minutos**). O Pst é obtido estatisticamente, analisando adequadamente a tensão da rede.

As empresas de distribuição de energia elétrica devem cumprir requisitos rigorosos também no que diz respeito a esta perturbação. **O instrumento PQA924** determina o sinal distorcido em relação ao sinal ideal e realiza uma análise estatística para calcular as seguintes grandezas:

- **Pinst** → Valor instantâneo do Flicker calculado em tempo real
- **Pst** → Severidade do Flicker a **curto prazo**, calculada com períodos de integração de 10 minutos
- **Plt** → Severidade do Flicker a **longo prazo**, calculada com base numa sequência de 12 valores de Pst num intervalo de 2 horas, segundo a seguinte fórmula:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$$

10.5. DISSIMETRIA DAS TENSÕES

Em condições normais, as tensões de alimentação são simétricas e as cargas equilibradas. As dissimetrias e os desequilíbrios ocorrem em caso de defeitos (rutura de isolamento) e de interrupções de fase. Além disso, com cargas monofásicas, o equilíbrio só pode ser estatístico. É também necessário abordar o estudo da rede trifásica em condições anormais de defeito para dimensionar as proteções. O sistema de equações derivado dos princípios de Kirchhoff pode ser usado, mas para utilizar considerações e fórmulas de sistemas equilibrados, e também para entender melhor a contribuição dos componentes do sistema, a teoria dos componentes simétricos é útil.

Pode demonstrar-se que qualquer tríade de vetores pode ser decomposta em três tríades: a simétrica direta, a simétrica inversa e a homopolar, como mostra a figura seguinte:

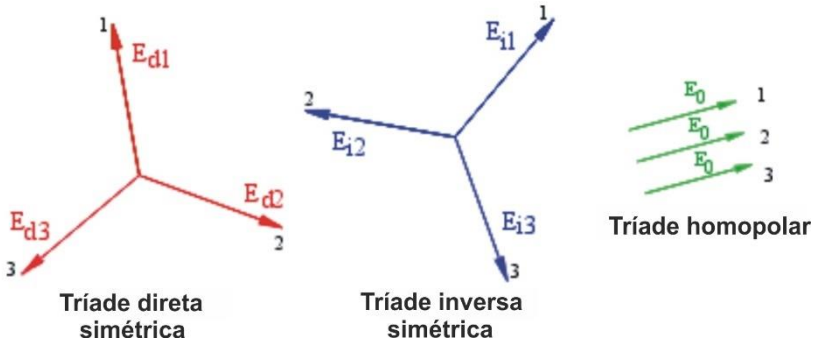


Fig. 91: Decomposição de uma tríade de vetores

Com base nisto, obtém-se que qualquer sistema trifásico **que seja dissimétrico e desequilibrado** pode ser decomposto em três sistemas trifásicos que podem ser rastreados até ao estudo separado de três circuitos monofásicos correspondentes à **sequência direta, à sequência inversa e à sequência homopolar**, respetivamente.

A norma EN50160 define, no que diz respeito aos sistemas elétricos de BT, que *"em condições normais de funcionamento, para cada período de uma semana, 95% dos valores rms médios, calculados durante 10 minutos, da componente de sequência inversa da tensão de alimentação devem estar compreendidos no intervalo de 0 a 2% da componente de sequência direta. Em algumas regiões com instalações de consumidores ligadas a linhas parcialmente monofásicas ou bifásicas, podem ocorrer desequilíbrios até cerca de 3% nos terminais de alimentação trifásica*".

O instrumento PQA924 mede e regista os seguintes parâmetros que definem a percentagem do desequilíbrio nas tensões de um sistema elétrico**:**

$$u_2\% = \frac{E_i}{E_d} * 100$$ → componente de sequência inversa

$$u_0\% = \frac{E_0}{E_d} * 100$$ → componente de sequência homopolar

onde:

E_i = sequência inversa da retroescavadora
E_d = sequência direta da retroescavadora
E_0 = sequência da espinha dorsal homopolar

10.6. TRANSIENTES RÁPIDOS DE TENSÃO

O instrumento PQA924 classifica como transientes rápidos de tensão (picos) todos os fenómenos associados às tensões de fase nas seguintes condições

- Mudanças rápidas na inclinação da onda de tensão com um tempo de amostragem de **1µs** com uma amplitude máxima de **±8kV**
- Ultrapassagem de um limiar de variação definido pelo utilizador
- Ocorrência dentro de uma janela de deteção de tempo definida pelo utilizador entre **100µs** e **1ms**

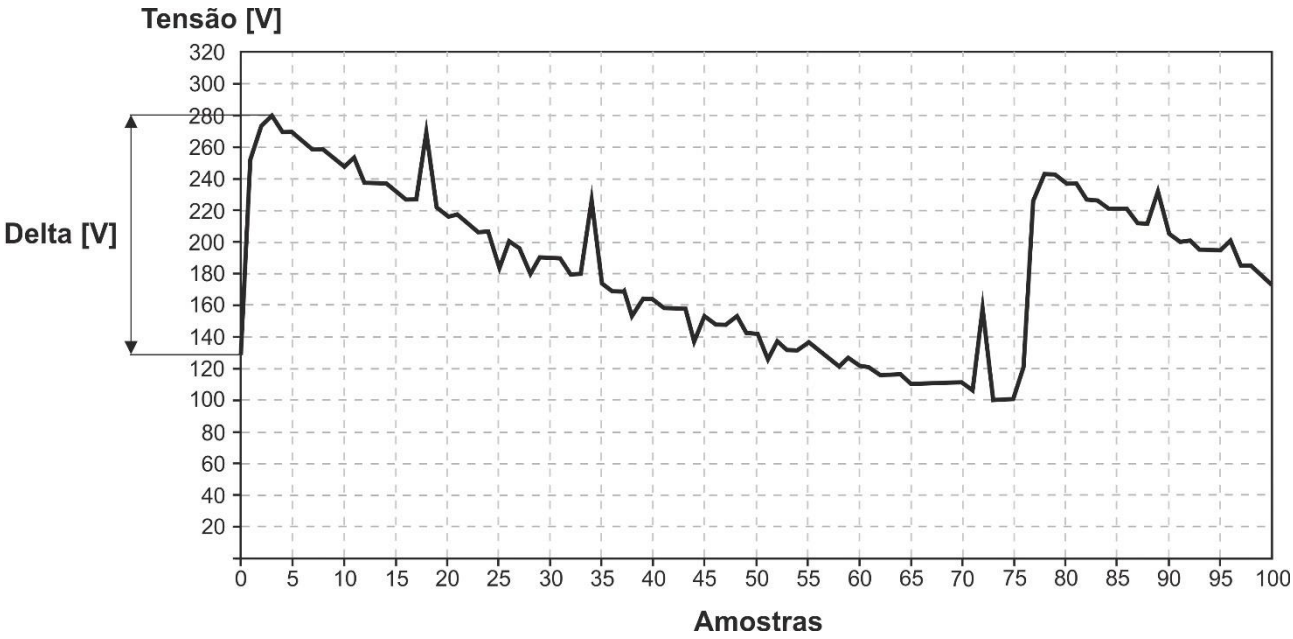


Fig. 92: Análise de transientes de tensão rápidos

Em geral, a rotina de deteção de transitórios de tensão funciona da seguinte forma:

1. O instrumento deteta a ultrapassagem do **limiar de variação definido em 1µs** (por exemplo, com limiar = 200V → se o declive do sinal for tal que a variação seja superior a 200V/µs → o evento é captado)
2. O instrumento mede sempre **1000 amostras de 1µs** do sinal, que depois subamostras de acordo com a janela de observação definida e guarda **apenas 100 delas** (ver Fig. 92) para poupar memória interna (por exemplo, se Janela = 100µs→ pico detetado e 100 valores disponíveis com resolução de 1µs; se Janela = 200µs → pico detetado e 100 valores disponíveis com resolução de 2µs e assim por diante)
3. O instrumento guarda um **Delta [V]** igual à **diferença entre o valor instantâneo da tensão pré-pico e o valor instantâneo de pico do evento** (ver Fig. 92)
4. O instrumento guarda a data/hora do início do evento, o delta de tensão atingido e a fase em que o evento ocorreu

O número máximo total de eventos que podem ser registados pelo instrumento durante um registo é de **2000**

ATENÇÃO

A apresentação de eventos **só é possível no software HTAgorà**

10.7. DEFINIÇÕES DOS PARÂMETROS DA REDE CALCULADOS

Referindo-se a um sistema **Trifásico 4 fios**, O instrumento calcula os valores dos parâmetros da rede com base em **Ns amostras** adquiridas em **Nc ciclos** (10 ciclos @50Hz / 12 ciclos @60Hz) dos sinais de tensão e corrente utilizando as seguintes relações:

Parâmetro	Descrição	Relatório de cálculo
VLx-N (x= 1,2,3)	Tensão Fase-Neutro RMS	$V_{Lx-N} = \sqrt{\frac{1}{N_{SC}} * \sum_{s=0}^{N_{SC}-1} (v_s^{Lx-N})^2}$
VLx-Ly (x,y= 1,2-2,3-3,1)	Tensão Fase-Fase RMS	$V_{Lx-Ly} = \sqrt{\frac{1}{N_{SC}} * \sum_{s=0}^{N_{SC}-1} \left(v_s^{Lx-N} - v_s^{Ly-N}\right)^2}$
Ix (x= 1,2,3,N)	Corrente de Fase e Neutro RMS	$I_{Lx} = \sqrt{\frac{1}{N_{SC}} \sum_{s=0}^{Nsc-1} (i_s^x)^2}$
Harmónicos de Tensão Amplitude/Fase (ordem h)	FFT em amostras Nsc → Vetores de números complexos	
	$\bar{V}_{Lx-N}^h = \{(Re[\bar{V}_{Lx-N}^h]; Im[\bar{V}_{Lx-N}^h]); h = 0,1,\ldots,OrdMax\}$, x=1,2,3 $Amplitude\ \lvert\bar{V}_{Lx-N}^h\rvert = \sqrt{\left(Re[\bar{V}_{Lx-N}^h])^2 + \left(Im[\bar{V}_{Lx-N}^h]\right)^2\right)}$ $Fase\ (\bar{V}_{Lx-N}^h) = atan2(Re[\bar{V}_{Lx-N}^h]; Im[\bar{V}_{Lx-N}^h])$	
Harmónicos de Corrente Amplitude/Fase (ordem h)	FFT em amostras Nsc → Vetores de números complexos	
	$\bar{I}_{Lx}^h = \{(Re[\bar{I}_{Lx}^h], Im[\bar{I}_{Lx}^h]); h = 0,1,\ldots,OrdMax\}$ x=1,2,3,N $Amplitude\ \lvert\bar{I}_{Lx}^h\rvert = \sqrt{\left(Re[I_{Lx}^h])^2 + \left(Im[I_{Lx}^h]\right)^2\right)}$ $Fase\ (\bar{I}_{Lx}^h) = atan2(Re[\bar{I}_{Lx}^h]; Im[I_{Lx}^h])$	
PLx (x= 1,2,3)	Potência Ativa de Fase	$P_{Lx} = \frac{1}{N_{SC}} \sum_{s=0}^{Nsc-1} v_s^{Lx-N} * i_s^{Lx}$
SLx (x= 1,2,3)	Potência Aparente de Fase	$S_{Lx} = V_{Lx-N} * I_{Lx}$
QLx (x= 1,2,3)	Potência Reactiva de fase	$Q_{Lx} = sinal\ \{Q_{Lx}\} * \sqrt{(S_{Lx})^2 - (P_{Lx})^2}$
PFLx (x = 1,2,3)	Fator de Potência de Fase	$PF_{Lx} = \frac{P_{Lx}}{S_{Lx}}$
cosφLx (x = 1,2,3)	Factor de potência de fase ajustado → desfasamento entre a fundamental de tensão e corrente da fase x	()* = complexo conjugado
		$\cos\varphi_{Lx} = \frac{Re\{\bar{V}_{Lx-N}^{h=1} \times (I_{Lx}^{h=1})^*\}}{\lvert\bar{V}_{Lx-N}^{h=1}\rvert \times \lvert I_{Lx}^{h=1}\rvert}$

Parâmetro	Descrição	Relatório de cálculo
P_{TOT}	Potência Ativa Total	$P_{TOT} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$
Q_{TOT}	Potência Reativa Total	$Q_{TOT} = Q_{L1} + Q_{L2} + Q_{L3}$
S_{TOT}	Potência Aparente Total	$S_{TOT} = \sqrt{(P_{TOT})^2 + (Q_{TOT})^2}$
PF_{TOT}	Fator de Potência Total	$PF_{TOT} = \frac{P_{TOT}}{S_{TOT}}$
P_{TOT} (h=1)	Potência Ativa Total referida ao V/I fundamental	$P_{TOT}^{h=1} = \sum_{x=1,2,3} Re\{\bar{V}_{Lx-N}^{h=1} \times (I_{Lx}^{h=1})^*\}$
Q_{TOT} (h=1)	Potência Reativa Total referida ao V/I fundamental	$Q_{TOT}^{h=1} = \sum_{x=1,2,3} Im\{\bar{V}_{Lx-N}^{h=1} \times (I_{Lx}^{h=1})^*\}$
$\cos\varphi_{TOT}$	Fator de Potência purificado Total	$\cos\varphi_{TOT} = \frac{P_{TOT}^{h=1}}{\sqrt{(P_{TOT}^{h=1})^2 + (Q_{TOT}^{h=1})^2}}$
Dissimetria de tensão (FFT harmónico h=1)	$\bar{V}_d = \frac{1}{3} \times (\bar{V}_{L1-N}^{h=1} + \alpha \times \bar{V}_{L2-N}^{h=1} + \alpha^2 \times \bar{V}_{L3-N}^{h=1})$ $\bar{V}_i = \frac{1}{3} \times (\bar{V}_{L1-N}^{h=1} + \alpha^2 \times \bar{V}_{L2-N}^{h=1} + \alpha \times \bar{V}_{L3-N}^{h=1})$ $\bar{V}_0 = \frac{1}{3} \times (\bar{V}_{L1-N}^{h=1} + \bar{V}_{L2-N}^{h=1} + \bar{V}_{L3-N}^{h=1})$ $u2 = \frac{\lvert\bar{V}_i\rvert}{\lvert\bar{V}_d\rvert}, uo = \frac{\lvert\bar{V}_0\rvert}{\lvert\bar{V}_d\rvert}$ $onde$: $\alpha = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$	

ATENÇÃO

- Em rigor, a expressão da potência reativa em regime não sinusoidal não seria correta. Para compreender porquê, pode ser útil considerar que tanto a presença de harmónicos como a presença de potência reativa produzem, entre outros efeitos, um aumento das perdas de potência na linha devido a um aumento do valor eficaz da corrente. Com a relação anterior, o termo de aumento das perdas de potência devido aos harmónicos é adicionado algebricamente ao introduzido pela presença de potência reativa. Na realidade, embora os dois fenómenos se combinem para causar um aumento das perdas na linha, não é geralmente verdade que estas causas de perda de potência estejam em fase uma com a outra e, portanto, somadas algebricamente
- **O parâmetro cosφ (Fator de Potência Purificado) representa o valor limite teórico atingível pelo Fator de Potência se todas as harmónicas pudessem ser completamente eliminadas do sistema elétrico. Este parâmetro é aquele a que se deve fazer referência quando se trata de problemas de correção do fator de potência nas instalações**

10.7.1. Convenções relativas à potência e ao fator de potência

No que diz respeito ao reconhecimento do tipo de potência reativa, do tipo de fator de potência, do sentido da potência ativa e do sentido da potência reativa, aplicam-se as convenções apresentadas no diagrama seguinte (em conformidade com a norma IEC/EN 61557-12)

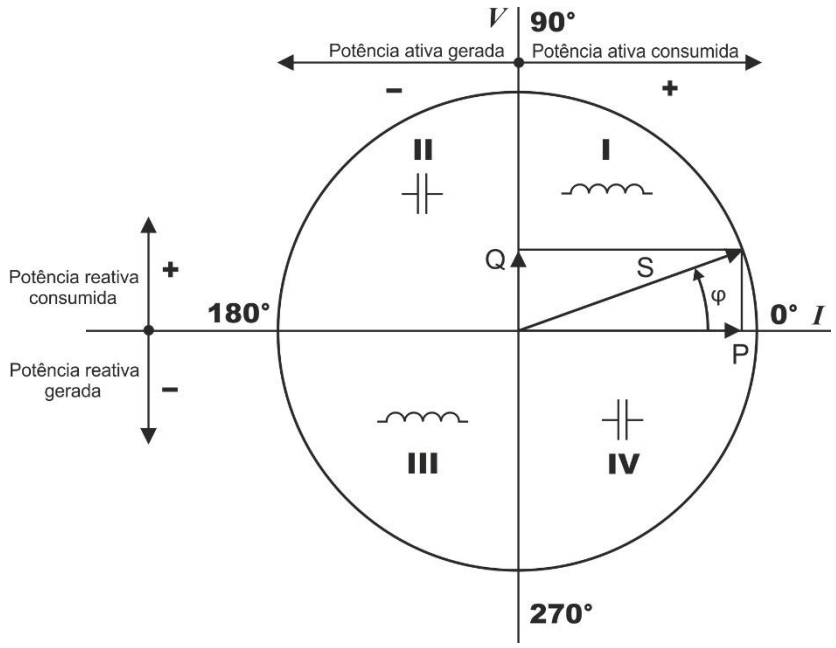
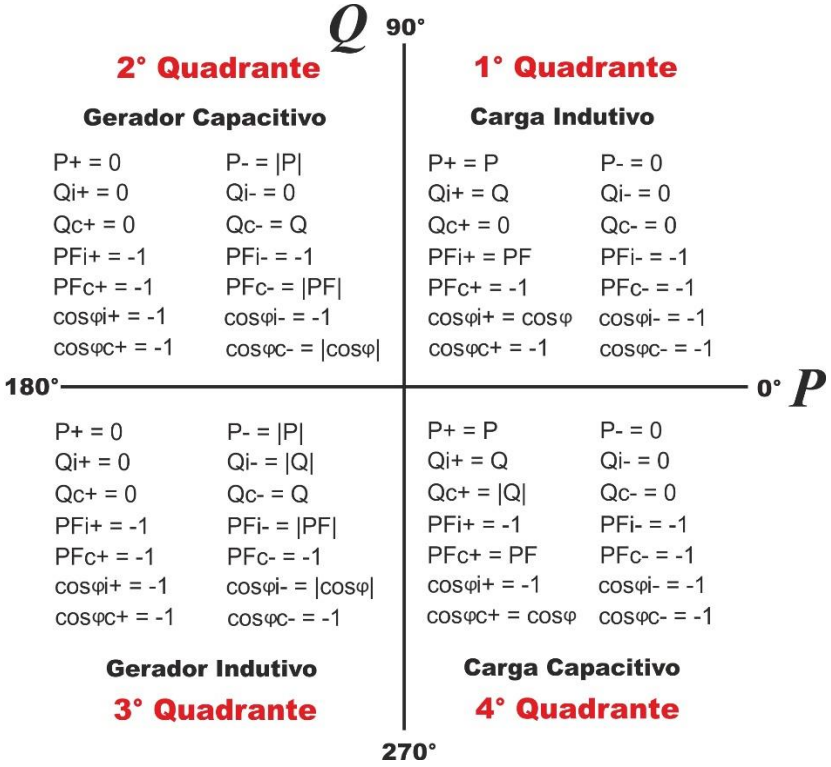


Fig. 93: Diagrama de tensão, corrente, potência e convenções relacionadas

As seguintes indicações devem ser consideradas:

- A referência do diagrama é a corrente “I” mostrada no lado direito do eixo
- A tensão “**V**” varia em relação à corrente em função do ângulo de fase φ
- O ângulo de fase φ entre a corrente e a tensão é considerado positivo no sentido **anti-horário**

Com base no diagrama da Fig. 93 o comportamento das potências ativas, das potências reativas, do fator de potência e do cosφ é exibido no diagrama seguinte



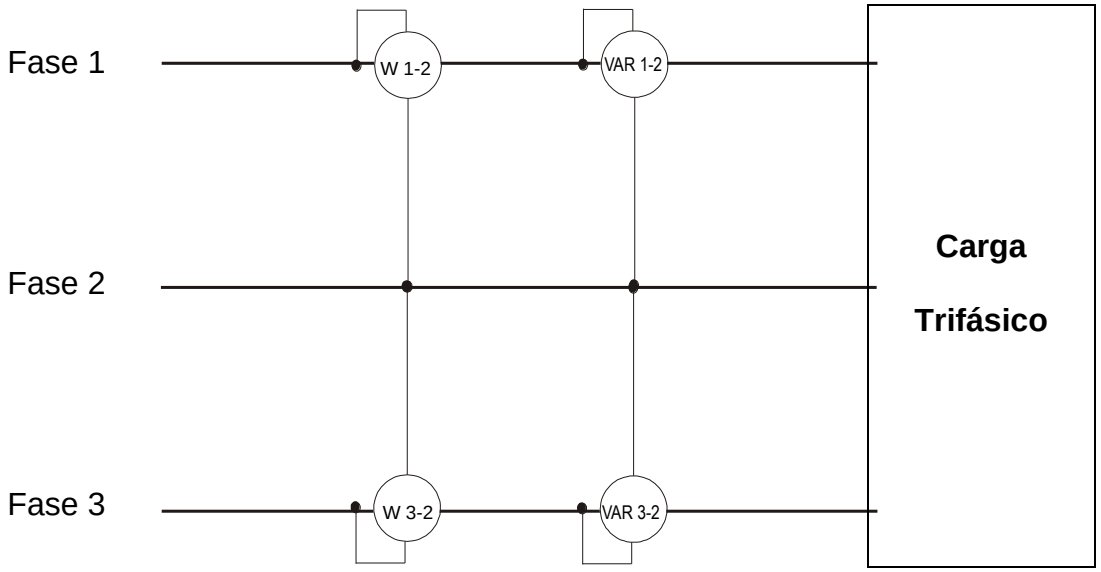
O significado dos símbolos utilizados e os valores que assumem no diagrama acima são exibidos nas tabelas seguintes:

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	NOTA
P+	Potência ativa +	Quantidades de valores positivos (Condição de absorção)
PFc+	Fator de potência capacitiva +	
PFi+	Fator de potência indutivo +	
cosφc+	Fator de potência capacitivo purificado +	
cosφi+	Fator de potência indutivo purificado +	
Qc+	Potência reactiva capacitiva +	
Qi+	Potência reactiva indutiva +	
P-	Potência ativa -	Quantidades de valores negativos (Condição de geração)
PFc-	Fator de potência capacitivo -	
PFi-	Fator de potência indutivo -	
cosφc-	Fator de potência capacitivo purificado -	
cosφi-	Fator de potência indutiva purificada -	
Qc-	Potência Reactiva Capacitiva-	
Qi-	Potência reactiva indutiva -	

VALOR	DESCRIÇÃO
P	A potência ativa relativa (positiva ou negativa) é definida no quadrante considerado e assume, portanto, o valor da potência ativa nesse instante
Q	A potência reativa relativa (indutiva ou capacitiva, positiva ou negativa) é definida no quadrante considerado e assume, portanto, o valor da potência reativa nesse instante
PF	O fator de potência relativo (indutivo ou capacitivo, positivo ou negativo) é definido no quadrante considerado e assume, portanto, o valor do Fator de Potência nesse instante.
cosφ	O fator de potência purificada relativo (indutivo ou capacitivo, positivo ou negativo) é definido no quadrante considerado e assume, portanto, o valor do fator de potência purificada nesse instante
0	A potência ativa relativa (positiva ou negativa) ou a potência reativa (indutiva ou capacitiva, positiva ou negativa) **NÃO está definida no quadrante considerado** e, por isso, assume um valor nulo.
-1	O fator de potência relativo (indutivo ou capacitivo, positivo ou negativo) **NÃO está definido no quadrante considerado (esta condição deve-se frequentemente à ligação incorreta das pinças nos condutores)**

10.7.2. Inserção de Aron

Nos sistemas elétricos distribuídos sem neutro, as tensões de fase, os fatores de potência e cosφ perdem o seu significado, ficando apenas definidas as tensões encadeadas, as correntes de fase e as potências totais.



Neste caso, o potencial de uma das três fases (por exemplo, a fase 2) é tomado como potencial de referência e os valores de Potência Total Ativa, Reativa e Aparente são expressos como a soma das indicações dos pares de Wattímetros, VARmetros e VAmetros.

$$P_{TOT} = W_{1-2} + W_{3-2}$$
$$Q_{TOT} = VAR_{1-2} + VAR_{3-2}$$
$$S_{TOT} = \sqrt{(W_{1-2} + W_{3-2})^2 + (VAR_{1-2} + VAR_{3-2})^2}$$

10.8. LIGAÇÃO DO INSTRUMENTO COM TA EXTERNO

O instrumento PQA924 também permite efetuar medições de corrente em sistemas trifásicos (típicos de sistemas MT/BT) em que os **Transformadores de Corrente (TA)** com uma relação de transformação **xxx/1A** ou **xxx/5A** estão presentes nas linhas.

Nestas condições, para a avaliação da corrente nos condutores de fase na prática, é necessário efetuar um cálculo manual a posteriori de acordo com o valor medido no secundário dos TAs com pinças especiais de baixa capacidade e boa incerteza de medição e o valor da relação de transformação dos mesmos.

O instrumento permite ler **diretamente** as correntes nas fases e no neutro com uma programação adequada dos parâmetros, sem necessidade de efetuar qualquer cálculo manual, com base na ligação apresentada na figura seguinte para um sistema trifásico a 4 fios:

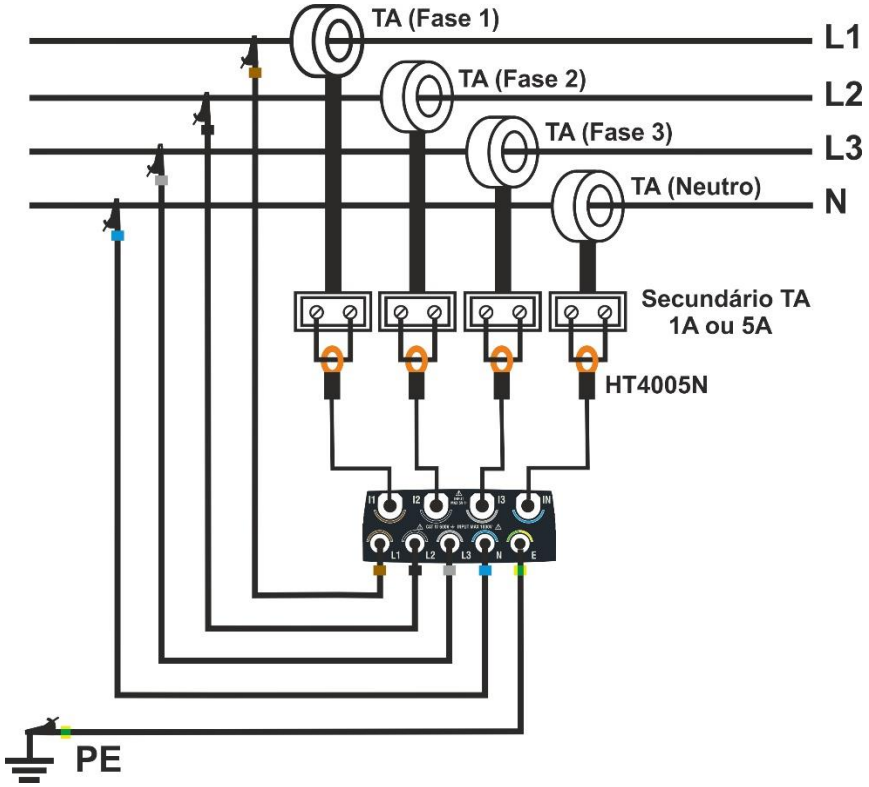


Fig. 94: Esquema de ligação do instrumento com TAs externos

Como se pode ver na Fig. 94, os secundários dos TAs **devem ser colocados em curto-circuito** e um transdutor de pinça (um para cada fase + neutro) deve ser inserido neste circuito para ler a corrente relevante. **Recomenda-se a utilização do modelo HT4005N** en la escala 5A. As saídas destas pinças devem então ser ligadas às entradas **I1, I2, I3, IN** do instrumento. Na programação (ver § 5.2.2), deve ser definido o seguinte:

- Corrente **primária** dos TAs (ex: 300A) nas fases L1, L2, L3
- Corrente **secundária** dos TA (ex: 5A) presentes nas fases L1, L2, L3
- Corrente **primária** do TA (ex: 300A) presente no Neutro N
- Corrente **secundária** do TA (ex: 5A) presente no Neutro N
- Escala completa da pinça presente no secundário do TA nas Fases L1, L2, L3
- Escala completa da pinça presente no secundário do TA no Neutro N

Com base nestes parâmetros, o instrumento calcula e visualiza o valor das correntes nas fases L1, L2, L3 e no Neutro N em função do valor das correntes medidas pela pinça presente no secundário dos TAs.

10.9. MÉTODO DE MEDIÇÃO

O instrumento é capaz de medir: tensões, correntes, potências ativas, potências reativas capacitivas e indutivas, potências aparentes, fatores de potência capacitivos e indutivos, energias, etc... Todas estas grandezas são analisadas digitalmente (conversão de seis sinais analógicos de tensões e correntes) e calculadas internamente de acordo com as relações apresentadas nas secções anteriores.

Guardar todos os dados amostrados em tempo real exigiria uma capacidade de memória impossível de gerir. Por conseguinte, procurou-se um método de armazenamento que, ao mesmo tempo que fornecesse dados significativos, permitisse um armazenamento discreto da informação a armazenar.

O método escolhido é o da integração (ou agregação): após um intervalo de tempo definido como **Período de Integração** (ou **intervalo de agregação**), o instrumento extrai os seguintes valores dos valores amostrados de cada quantidade a ser armazenada:

- Valor MÍNIMO da grandeza durante o período de integração (excluindo harmónicas).
- Valor MÉDIO da grandeza (entendido como a média aritmética de todos os valores registados no Período de Integração).
- Valor MÁXIMO da grandeza no período de integração (excluindo harmónicas).

Estas três informações (repetidas para cada quantidade a memorizar) são armazenadas na memória, juntamente com a hora e a data de início do período. No final da memorização, o instrumento recomeça a efetuar medições para um novo período. O resultado (**visível apenas no software HTAgorà**) é uma representação numérica e gráfica dos valores, em que cada linha corresponde a um período de integração dentro da duração total do registo.

A norma IEC/EN61000-4-30 Classe S exige diferentes períodos de integração (ou intervalos de agregação) para as várias grandezas calculadas. Nomeadamente:

- **Parâmetros de análise periódica (tensões, correntes, potências, fatores de potência, energias, etc...)** → período de integração principal selecionável a partir de valores:
  0.2s, 3s, 10s, 15s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15 min, 30min, 60min,120min

- **Parâmetro de frequência** → Período de integração selecionável na gama: **3s ÷ 30s** em passos de **1s**

- **Parâmetros de análise harmónica** → período de integração selecionável na gama:
  0.2s, 3s, 6s, 10s, 12s, 18s, 30s, 1min, 5min, 10min, 15 min, 30min, 60min,120min

- **Tensão Flicker** → período de integração fixo em **10 minutos**

ATENÇÃO

Ao definir a duração possível de um registo, prestar atenção aos diferentes períodos de integração definidos para as várias grandezas, a fim de obter resultados corretos

11. ASSISTÊNCIA

11.1. CONDICOÇÕES DE GARANTIA

Este instrumento é garantido contra todos os defeitos de material e de fabrico, em conformidade com as condições gerais de venda. Durante o período de garantia, as peças defeituosas podem ser substituídas, mas o fabricante reserva-se o direito de reparar ou substituir o produto. Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do cliente. O transporte deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota que explique os motivos do envio do instrumento. Utilizar apenas a embalagem original para o envio; quaisquer danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente. O fabricante não assume qualquer responsabilidade por danos causados a pessoas ou objetos.

A garantia não se aplica nos seguintes casos:

- Reparação e/ou substituição dos acessórios e da bateria (não cobertos pela garantia).
- Reparações que se tornem necessárias devido à utilização incorreta do instrumento ou à sua utilização com instrumento não compatível.
- Reparações necessárias devido a uma embalagem inadequada.
- Reparações necessárias devido a trabalhos efetuados por pessoal não autorizado.
- Modificações efetuadas no instrumento sem autorização expressa do fabricante.
- Utilização não contemplada nas especificações do instrumento ou no manual do utilizador.

O conteúdo deste manual não pode ser reproduzido sob qualquer forma sem a autorização do fabricante.

Os nossos produtos são patenteados e marcas registadas. O fabricante reserva-se o direito de efetuar alterações nas especificações e nos preços, se tal se dever a melhorias tecnológicas.

11.2. ASSISTÊNCIA

Se o instrumento não funcionar corretamente, antes de contactar o serviço de assistência técnica, verificar o estado dos cabos e das pinças e, se necessário, substituí-los. Se o instrumento continuar a funcionar mal, verificar se o procedimento de utilização do instrumento está de acordo com o presente manual. Se o instrumento tiver de ser devolvido ao serviço pós-venda ou a um revendedor, o transporte fica a cargo do cliente. O transporte deve, em qualquer caso, ser previamente acordado. O envio deve ser sempre acompanhado de uma nota que explique os motivos do envio do instrumento. Utilizar apenas a embalagem original para o transporte. Os danos causados pela utilização de embalagens não originais serão imputados ao cliente.

HT ITALIA SRL
Via della Boaria, 40
48018 – Faenza (RA) – Italy
T +39 0546 621002 | **F** +39 0546 621144
M ht@ht-instruments.com | **www.ht-instruments.it**

WHERE WE ARE

HT INSTRUMENTS SL
C/ Legalitat, 89
08024 Barcelona – Spain
T +34 93 408 17 77 | **F** +34 93 408 36 30
M info@htinstruments.es | **www.ht-instruments.com/es-es/**

HT INSTRUMENTS GmbH
Am Waldfriedhof 1b
D-41352 Korschenbroich – Germany
T +49 (0) 2161 564 581 | **F** +49 (0) 2161 564 583
M info@ht-instruments.de | **www.ht-instruments.de**