

# HP292MX(pro)

Dispositivo de Monitoramento Online  
de Qualidade de Energia Elétrica

mPro — Versão Profissional com Transmissão de Forma de Onda

## Manual de Instruções

Ver1.2

Leia atentamente este manual antes de utilizar o equipamento

### **PERIGO!**

- Este equipamento deve ser instalado e reparado somente por pessoal qualificado.
- Antes de realizar qualquer operação no equipamento ou em seu interior, desconecte todas as fontes de alimentação.
- Utilize sempre equipamentos de detecção de tensão com valores nominais corretos.

Zhejiang Huapu Instruments Co., Ltd.

# 1. Visão Geral

A versão mPro com transmissão de forma de onda é uma versão derivada do dispositivo de monitoramento online de qualidade de energia elétrica HP292MX. Esta versão adiciona, sobre a versão padrão, a função de transmissão contínua de formas de onda em tempo real, facilitando a exibição/registo de formas de onda de tensão e corrente no sistema supervisão do cliente, ou permitindo desenvolvimentos secundários mais avançados. (Doravante denominado "instrumento") Este instrumento é uma nova geração de medidores elétricos inteligentes de alta precisão, integrando medição, medição de energia, análise de qualidade de energia, registro de eventos de falhas elétricas, entrada digital, saída digital e comunicação em um único dispositivo. A série suporta Modbus-RTU e protocolo de transmissão de forma de onda, sendo aplicável principalmente a usinas de geração, conexão de energias renováveis à rede, armazenamento fotovoltaico, subestações e outros sistemas de distribuição de baixa tensão.

Ao utilizar este instrumento, além de medir os parâmetros elétricos básicos, é possível analisar e registrar a qualidade da energia, fornecendo base diagnóstica para a operação da rede elétrica, orientando a manutenção preventiva das instalações elétricas, melhorando a disponibilidade e confiabilidade dos sistemas e equipamentos elétricos, reduzindo perdas de energia e aumentando significativamente a eficiência econômica.

## 2. Características do Produto

- Tecnologia de autoalimentação trifásica, sem necessidade de fonte externa; adapta-se automaticamente a falta de fase e ausência de neutro.
- Classe de precisão 0,2/0,2s, medição de valor eficaz verdadeiro (True RMS), capaz de medir formas de onda distorcidas com precisão.
- Tela LCD colorida TFT de 3,5 polegadas com resolução industrial, densidade de pixels de 180 ppi, exibição detalhada e interface intuitiva.
- Interface operacional com ícones de área de trabalho + visualização em lista + teclas sensíveis ao toque, operação mais simples e intuitiva que medidores tradicionais.
- Suporte bilíngue chinês/inglês para diferentes cenários de uso.
- Medição de tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência, frequência e outros parâmetros elétricos na rede. Dados de valor eficaz de meia-onda de tensão e corrente disponíveis.
- Exibição de valores médios trifásicos de tensão, valores médios trifásicos de corrente e valores ponderados trifásicos de corrente.
- Registro de valores máximos e mínimos de tensão trifásica, corrente trifásica e potência ativa; demanda máxima e demanda atual.
- Medição de energia nos quatro quadrantes, com suporte a medição de energia reserva.
- Medição de energia por tarifa com 12 períodos e 4 tarifas; suporte a estatísticas mensais de energia.
- Medição de frequência em alta velocidade, adequada para serviço auxiliar de frequência rápida (atualização a cada 40 ms, erro de medição inferior a 0,002 Hz).
- Relógio em tempo real de alta precisão, erro inferior a 0,5 s/dia, mantém horário preciso por mais de 5 anos sem energia; suporte a sincronização via rede.
- Medição de conteúdo harmônico de 2ª a 63ª ordem de tensão e corrente, inter-harmônicos de 0,5ª a 63,5ª ordem, distorção harmônica total (THD), THD ímpar (TOHD), THD par (TEHD), fator harmônico total (THF), amplitude total de tensão e corrente harmônica; exibição de gráfico de barras de harmônicos com ajuste automático de escala.
- Medição de flutuação e cintilação de tensão, desvio de tensão, desvio de frequência, fator de crista e fator K de corrente.
- Medição de sequência positiva, negativa e zero de tensão e corrente, e grau de desequilíbrio.
- Exibição em tempo real de formas de onda de tensão e corrente, com ajuste automático de escala de amplitude. (Amostragem contínua de alta velocidade; permite observar dinâmicas microscópicas como pulsos, surtos e oscilações.)
- Exibição em tempo real de curva de variação de frequência (intervalo de 40 ms) e curvas de valor eficaz de tensão e corrente (intervalo de 20 ms).

- Medição de ângulo de fase e exibição de diagrama vetorial; simulação de mostrador analógico de tensão e corrente para observação de tendências.
- Suporte a 6.600 registros de eventos, registro automático de elevação, queda, energização e interrupção de tensão; suporte a reprodução de eventos.
- Suporte a 3 entradas digitais (DI) para função de telesinalização.
- Suporte a 3 saídas de relé com contato seco (DO) para alarme ou telecomando. No modo telecomando: modo de retorno de 100 ms a 2000 ms e modo de nível fixo.
- Duas interfaces RS-485 de alta velocidade, protocolo MODBUS-RTU, taxa de comunicação configurável de 1,2k a 115,2k (padrão 115,2 kbps).
- COM1 suporta simultaneamente protocolo MODBUS-RTU e protocolo de transmissão de forma de onda, alternável pelo menu.
- Função de autoteste na energização; códigos de falha são exibidos se houver problemas de hardware.
- Watchdog independente para monitoramento do programa; sem travamentos mesmo em condições adversas.
- Múltiplos mecanismos de autoproteção; monitoramento em tempo real de tensão e temperatura internas. Acima de 73°C, o instrumento entra em modo de baixo consumo (redução de brilho e frequência de CPU, funções periféricas suspensas), mas medição e medição de energia não são afetadas.
- Fixação por grampos metálicos, instalação sem chave de fenda; montagem firme, simples e confiável.
- Terminais de conexão com design à prova de erros para maior segurança na fiação.

### 3. Normas de Referência

- GB/T 17215.322 (≈IEC 62053) — Equipamentos de medição de energia CA — Requisitos especiais — Parte 22: Medidores estáticos de energia ativa (classe 0,2s e 0,5s)
- GB/T 17215.211-2006 (≈IEC 62052) — Equipamentos de medição de energia CA — Requisitos gerais, ensaios e condições de ensaio — Parte 11
- GB/T 14549-1993 — Qualidade de energia — Harmônicos na rede pública
- GB/T 19862-2005 — Qualidade de energia — Requisitos gerais para equipamentos de monitoramento
- GB/T 12325-2008 — Qualidade de energia — Desvio de tensão permitido
- GB/T 12326-2008 — Qualidade de energia — Flutuação e cintilação de tensão
- GB/T 15543-2008 — Qualidade de energia — Desequilíbrio de tensão trifásica permitido
- GB/T 15945-2008 — Qualidade de energia — Desvio de frequência permitido do sistema elétrico
- GB/T 24337-2009 — Qualidade de energia — Inter-harmônicos na rede pública
- IEC 61000-4-30 — Métodos de medição de qualidade de energia
- IEC 61000-4-15 — Função e especificações de projeto do flickerômetro

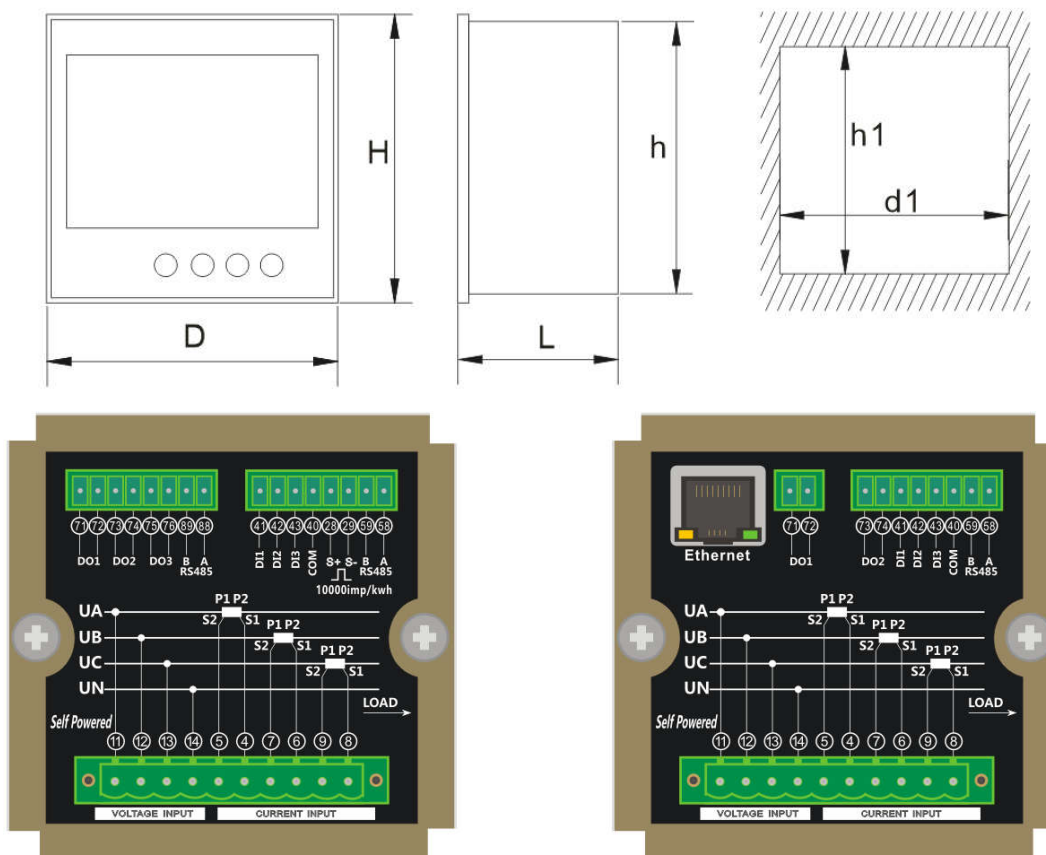
Se as normas acima forem revisadas ou alteradas, o produto seguirá a versão mais recente em vigor.

### 4. Principais Especificações Técnicas

Parâmetro Técnico		Especificação
Classe de precisão		Tensão, corrente, frequência, fator de potência, potência ativa: 0,2s/0,2; Energia ativa: 0,2/0,2s; Energia reativa: classe 2; Harmônicos: classe A
Display		LCD TFT de 3,5 polegadas
Memória interna		256 Mb, suporta 6.600 registros de eventos, 8 s por registro
Entrada de tensão	Valor nominal (Un)	400 V
	Faixa de operação	50 V ~ 600 V (fase-fase)
	Consumo	< 5 VA
Entrada de corrente	Valor nominal (In)	AC5A / AC1A
	Sobrecarga	Contínua: 1,2×; Instantânea: 10×/5s
	Consumo	< 0,5 VA (por fase)
	Impedância	< 20 mΩ (por fase)
Frequência		40 Hz ~ 65 Hz
Saída	Saída de alarme	Relé com contato NA/NF: AC250V/2A, DC30V/2A
	Saída analógica	DC 0~10 mA, 0~20 mA, 4~20 mA; carga ≤ 500 Ω
	Comunicação	2× RS-485 alta velocidade, MODBUS-RTU, 1200~256000 bps; Opcional: Ethernet com MODBUS-TCP
	Saída de pulso de energia	Constante: 10000 imp/kWh; Saída: coletor aberto com isolamento óptico VCC ≤ 5V, I <sub>z</sub> ≤ 50 mA
Segurança	Tensão suportável	Entrada/saída vs alimentação > AC 2 kV 50 Hz/1 min
	Resistência de isolamento	> 100 MΩ
	Flamabilidade	Terminais: 960°C; Gabinete: 650°C; Duração: 30 s
Compatibilidade eletromagnética	Descarga eletrostática	± 8 kV
	Transientes rápidos	± 1 kV
	Campo eletromagnético de alta frequência	80 MHz ~ 1000 MHz, 10 V/m
Ambiente	Temperatura	Operação: -10 ~ 50°C; Armazenamento: -25 ~ 70°C
	Umidade	≤ 95% UR, sem condensação, sem gases corrosivos
	Altitude	≤ 2500 m

## 5. Dimensões e Abertura para Instalação

Dimensões do painel frontal		Dimensões do gabinete			Abertura para instalação	
Largura (D)	Altura (H)	Largura (d)	Altura (h)	Prof. (L)	Largura (d1)	Altura (h1)
96 mm	96 mm	90 mm	90 mm	70 mm	92 mm	92 mm



## 6. Instalação e Instruções de Uso

### 6.1 Instalação

Faça a abertura no painel de instalação conforme as dimensões do instrumento. Insira o instrumento na abertura e, pela parte traseira, encaixe os dois grampos de fixação nas ranhuras laterais do instrumento. Empurre firmemente e aperte os parafusos de travamento fornecidos.

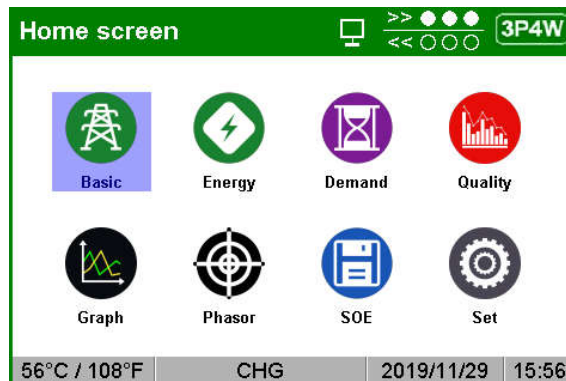
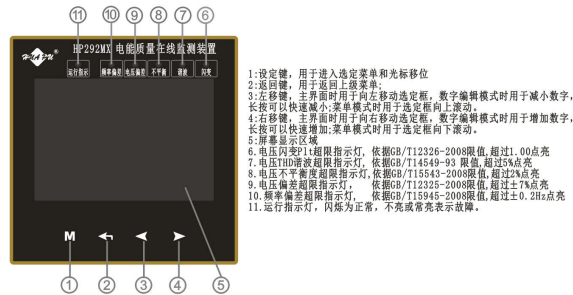
### 6.2 Modo de Fiação

Antes de energizar, verifique se a fiação do instrumento está correta. Se o diagrama diferir do diagrama no gabinete do instrumento, siga o diagrama do gabinete.

#### 6.2.1 Diagrama de Fiação

3DI + 3DO + Pulso de energia + 2x RS485: (Terminais 58, 59 = COM1; Terminais 88, 89 = COM2)

3DI + 2DO + Módulo Ethernet + RS485



## 6.3 Instruções de Fiação

6.3.1 A tensão nominal de entrada não deve exceder a tensão nominal do produto. Caso contrário, utilize transformadores de potencial (TPs). O secundário do TP deve ser aterrado. Recomenda-se o uso de réguas de bornes e fusíveis na entrada de tensão.

6.3.2 A corrente nominal de entrada não deve exceder a corrente nominal do produto. Caso contrário, utilize transformadores de corrente (TCs). O secundário do TC deve ser aterrado. Recomenda-se o uso de réguas de bornes.

6.3.3 Os terminais de corrente com a marcação S1 indicam o lado de alta do secundário. A fiação deve seguir rigorosamente a sequência de fases A, B, C conforme a placa de identificação, distinguindo o lado de alta e baixa da corrente.

6.3.4 Os terminais de sinal possuem parafusos de travamento. Após a fiação, aperte os parafusos para evitar o afrouxamento dos terminais de corrente e abertura do secundário do TC.

6.3.5 Quando o usuário ativar o menu de medição de energia reserva e o DI2 estiver em curto com COM, o instrumento alternará para medição de energia reserva. Nesse momento, a medição de energia principal e a medição por tarifa serão interrompidas.

6.3.6 Quando o circuito elétrico usar 2PT, 2CT: conecte UB com UN em curto-circuito no instrumento, deixe a corrente da fase B desconectada, e altere o modo de fiação no menu para 3P3W 2CT.

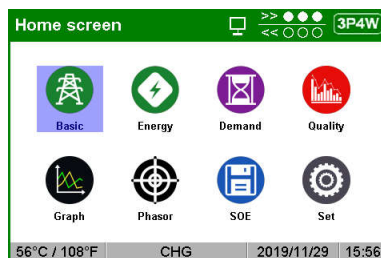
6.3.7 Quando o circuito elétrico usar 2PT, 3CT: conecte UB com UN em curto-circuito no instrumento, e altere o modo de fiação no menu para 3P3W 3CT.

6.3.8 Para conexão monofásica: altere o modo de fiação no menu para 1P2W. Conecte apenas a tensão e corrente da fase C; fases A e B permanecem desconectadas.

## 6.4 Instruções de Operação do Painel

## 6.5 Descrição da Interface de Exibição

### 6.5.1 Tela Principal



A tela principal utiliza ícones de área de trabalho. Navegue com as teclas esquerda/direita para selecionar o ícone da função desejada e pressione M para acessar. Se houver múltiplas páginas sob um ícone, use as teclas de navegação para alternar. Se não houver operação por 60 segundos após energização, o instrumento retorna automaticamente à página de medição elétrica básica. Em qualquer página de medição, pressione a tecla Voltar para retornar à tela principal.

### 6.5.2 Descrição da Barra de Status

Identificador	Descrição	Função
Área do título	Descreve o título da tela atual; muda ao alternar páginas.	
Área de status de comunicação	Indica o status de comunicação; mostra que o instrumento está transmitindo dados ao mestre.	
Área de status de entrada/saída digital	Exibe o status atual das entradas e saídas digitais (DI/DO). Círculo aberto = aberto; Círculo preenchido = fechado.	DI1~DI3 (entrada) DO1~DO3 (saída)
Área do modo de fiação	Indica o modo de fiação atual: 3P4W = trifásico 4 fios 3P3W = trifásico 3 fios 1P2W = monofásico 2 fios	O modo exibido deve corresponder à fiação real.

### 6.5.3 Descrição dos Ícones da Tela Principal

Ícone	Descrição	Funções incluídas
Medição elétrica básica	Contém múltiplas páginas. Com tempo de rotação configurado, suporta exibição cíclica automática.	Pág. 1: Resumo 1 Pág. 2: Resumo 2 Pág. 3: Tensão e corrente Pág. 4: Visão geral de potência Pág. 5: Energia 4 quadrantes Pág. 6: Distorção harmônica total
Medição de energia		Pág. 1: Energia 4 quadrantes Pág. 2: Energia por tarifa Pág. 3: Estatística mensal Pág. 4: Energia reserva (quando habilitada)
Demanda	Pressione M por tempo prolongado na tela de demanda máxima para limpar os valores rapidamente.	Apenas 1 página
Análise de qualidade de energia	Contém múltiplas páginas. Suporta exibição cíclica automática.	Pág. 1: Desvio de tensão Pág. 2: Flutuação de tensão Pág. 3: Cintilação de tensão Pág. 4: Crista e fator K Pág. 5: Desequilíbrio Pág. 6~25: Harmônicos (Ua~Ic)
Formas de onda	Contém múltiplas páginas. Suporta exibição cíclica automática.	Pág. 1: Forma de onda de tensão Pág. 2: Forma de onda de corrente Pág. 3: Curva de variação de frequência Pág. 4: Curva de valor eficaz de tensão Pág. 5: Curva de valor eficaz de corrente

Ícone	Descrição	Funções incluídas
Diagrama vetorial e mostrador analógico	Contém múltiplas páginas.	Pág. 1: Diagrama vetorial Pág. 2: Mostrador Ua/Ia Pág. 3: Mostrador Ub/Ib Pág. 4: Mostrador Uc/Ic
Registro de eventos (SOE)		Pág. 1: Lista de eventos Pág. 2: Estatísticas de eventos
Configurações	Senha: 00716	Acesso mediante senha correta

### 6.5.4 Barra de Informações Auxiliares

A barra de informações auxiliares é exibida na área cinza abaixo da tela principal. À esquerda: temperatura interna do instrumento. À direita: data e hora. No centro: caracteres piscantes indicam alertas ou avisos.

Conteúdo (piscante)	Descrição
CHG	Dispositivo de armazenamento carregando. Pisca ao energizar; desaparece após ~120 s quando carregado. Função de registro
Warning: Power cut	Interrupção de energia, desligamento iminente.
Warning: disk full	Memória interna cheia. Limpe os registros para restaurar.
Warning: disk error	Dispositivo de armazenamento não encontrado.

## 6.5.5 Identificadores de Exibição e Unidades Físicas

Categoria	Símbolo	Descrição	Unidade
Tensão	Uab	Valor eficaz de tensão entre fases A e B	V ou kV
	Ubc	Valor eficaz de tensão entre fases B e C	V ou kV
	Uca	Valor eficaz de tensão entre fases C e A	V ou kV
	Ua	Valor eficaz de tensão fase A-neutro	V ou kV
	Ub	Valor eficaz de tensão fase B-neutro	V ou kV
	Uc	Valor eficaz de tensão fase C-neutro	V ou kV
	Uavg	Média das tensões das fases A, B, C	V ou kV
	Ua-max/min	Valor máximo/mínimo de Ua	V ou kV
	Ub-max/min	Valor máximo/mínimo de Ub	V ou kV
	Uc-max/min	Valor máximo/mínimo de Uc	V ou kV
Categoria	Símbolo	Descrição	Unidade
Corrente	Ia	Valor eficaz de corrente da fase A	A
	Ib	Valor eficaz de corrente da fase B	A
	Ic	Valor eficaz de corrente da fase C	A
	Iavg	Média das correntes das fases A, B, C	A
	Isum	Soma das correntes das fases A, B, C	A
	Ia/Ib/Ic-max	Valor máximo de corrente de cada fase	A
	Ia/Ib/Ic-min	Valor mínimo de corrente de cada fase	A
Categoria	Símbolo	Descrição	Unidade
Potência Ativa	Pa	Potência ativa da fase A	kW ou MW
	Pb	Potência ativa da fase B	kW ou MW
	Pc	Potência ativa da fase C	kW ou MW
	Pt	Potência ativa total (soma A+B+C)	kW ou MW
	Pt-max/min	Valor máximo/mínimo de Pt	kW ou MW
Categoria	Símbolo	Descrição	Unidade
Potência Reativa	Qa	Potência reativa da fase A	kvar ou Mvar
	Qb	Potência reativa da fase B	kvar ou Mvar
	Qc	Potência reativa da fase C	kvar ou Mvar
	Qt	Potência reativa total (soma A+B+C)	kvar ou Mvar
Categoria	Símbolo	Descrição	Unidade
Potência Aparente	Sa	Potência aparente da fase A	kVA ou MVA
	Sb	Potência aparente da fase B	kVA ou MVA
	Sc	Potência aparente da fase C	kVA ou MVA
	St	Potência aparente total (soma A+B+C)	kVA ou MVA
Categoria	Símbolo	Descrição	Unidade
Fator de Potência	PFa	Fator de potência da fase A	L(indutivo)/C(capacitivo)
	PFb	Fator de potência da fase B	L(indutivo)/C(capacitivo)
	PFc	Fator de potência da fase C	L(indutivo)/C(capacitivo)
	PFt	Fator de potência total	L(indutivo)/C(capacitivo)
Categoria	Símbolo	Descrição	Unidade
Ângulo/ Frequência/ Energia	$\phi_a/\phi_b/\phi_c$	Ângulo de fase entre tensão e corrente de cada fase	° (graus)
	F	Frequência fundamental	Hz
	+EP	Energia ativa direta	kWh ou MWh
	+EQ	Energia reativa direta	kvarh ou Mvarh
	-EP	Energia ativa reversa	kWh ou MWh
	-EQ	Energia reativa reversa	kvarh ou Mvarh

<b>Categoria</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
Demanda	MDa/MDb/MDC	Demanda máxima de cada fase (15 min)	kW ou MW
	MDt	Demanda máxima total	kW ou MW
	CDa/CDb/CDc	Demanda atual de cada fase (15 min)	kW ou MW
	CDt	Demanda atual total	kW ou MW
<b>Categoria</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
Desvio de Tensão	$\delta U_a/\delta U_b/\delta U_c$	Taxa de desvio de tensão de fase	/
	$\delta U_{ab}/\delta U_{bc}/\delta U_{ca}$	Taxa de desvio de tensão de linha	/
<b>Categoria</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
Flutuação de Tensão	$dU_a/dU_b/dU_c$	Porcentagem de flutuação de tensão	/
	$\Delta U_a/\Delta U_b/\Delta U_c$	Valor de flutuação de tensão	/
<b>Categoria</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
Cintilação (Flicker)	PstUa/PstUb/PstUc	Cintilação de curta duração (Pst)	/
	PltUa/PltUb/PltUc	Cintilação de longa duração (Plt)	/
<b>Categoria</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
Desequilíbrio	$\epsilon U_2/\epsilon I_2$	Desequilíbrio de sequência negativa (tensão/corrente)	/
	$\epsilon U_0/\epsilon I_0$	Desequilíbrio de sequência zero (tensão/corrente)	/
	U1/U2/U0	Tensão de sequência positiva/negativa/zero	V ou kV
	I1/I2/I0	Corrente de sequência positiva/negativa/zero	A
<b>Categoria</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
Harmônicos/ Crista/ Fator K	CFUa/CFUb/CFUc	Fator de crista de tensão de cada fase	/
	KFIa/KFIb/KFIc	Fator K de corrente de cada fase	/
	THDUa/THDUb/THDUc	Distorção harmônica total de tensão de cada fase	/
	THDIa/THDIb/THDIc	Distorção harmônica total de corrente de cada fase	/
	THFUa/THFUb/THFUc	Fator harmônico total de tensão de cada fase	/
	THFIa/THFIb/THFIc	Fator harmônico total de corrente de cada fase	/
	HUa/HUb/HUc	Tensão harmônica total de cada fase	V ou kV
	HIa/HIb/HIc	Corrente harmônica total de cada fase	A

## 6.6 Configurações do Instrumento

### 6.6.1 Acessar o Menu

Para configurar os parâmetros, primeiro acesse a tela principal. Use as teclas de navegação para selecionar o ícone de Configurações e pressione M para acessar a tela de senha. Digite a senha "00716" e pressione M para entrar no menu de configurações. Após 90 segundos sem operação, o instrumento sairá automaticamente e retornará ao modo de medição. Os parâmetros configurados são salvos ao sair normalmente; não são salvos em caso de queda de energia durante a configuração.

### 6.6.2 Lista do Menu

Nome do menu	Faixa	Descrição
Relação de corrente (CT)	1 ~ 9999	Relação entre primário e secundário do TC
Relação de tensão (PT)	1 ~ 9999	Relação entre primário e secundário do TP
Especificação de corrente	1,000A ~ 5,000A	Corrente nominal do secundário do TC
Especificação de tensão	57,7V ~ 450,0V	Tensão nominal do secundário do TP ou tensão de fase direta
Contador de rotação	Desligado / 1~30s	Rotação automática de páginas; desligado = sem rotação
Idioma	Chinês / Inglês	Selecionável pelo usuário
Modo de fiação	3P4W / 3P3W 2CT / 3P3W 3CT / 1P2W	Deve corresponder à fiação real
Limpar registros	0 ~ 1	1 = limpar máx/mín, demanda e eventos ao sair do menu
Limpar energia	0 ~ 1	1 = limpar dados de energia ao sair do menu
Protocolo COM1	0 ~ 11	0~1: Modbus-RTU 2~11: Diversos modos de transmissão de forma de onda (consulte a tabela completa no manual original)
Endereço COM1	1 ~ 247	Endereço de comunicação COM1; único na rede
Taxa COM1	1,2k ~ 115,2k	Deve corresponder ao mestre; padrão: 115,2k, 1 stop bit, 8 data bits, sem paridade
Stop bits COM1	1 ~ 2	
Endereço COM2	1 ~ 247	Endereço de comunicação COM2 ou Ethernet
Taxa COM2	1,2k ~ 115,2k	Mesma configuração que COM1
Stop bits COM2	1 ~ 2	
Campos IP local (1~4)	0 ~ 255	Apenas com módulo Ethernet opcional. Exemplo: IP 192.168.1.7, Gateway 192.168.1.1, Porta 502, Máscara 255.255.255.0
Campos IP gateway (1~4)	0 ~ 255	
Porta TCP	0 ~ 65535	
Campos máscara de sub-rede (1~4)	0 ~ 255	
Modo telecomando DO	0 ~ 21	0 = relés controlados por alarme de limite; 1~20 = tempo de retorno do relé (100~2000 ms); 21 = modo de nível fixo
Objeto de alarme 1~3	26 opções (veja Nota 1)	Válido apenas com módulo de saída digital. Limites superior/inferior em % da faixa. Exemplo: Ua a 220V, alarme se >242V (110%) ou <176V (80%)
Limite inferior alarme 1~3	0,0% ~ 100,0%	
Limite superior alarme 1~3	0,0% ~ 150,0%	
Período de demanda	1 ~ 90 min	Padrão: 15 minutos
Data/hora atual	Ano/Mês/Dia/ Hora/Min/Seg	Entra em vigor ao sair do menu

Nome do menu	Faixa	Descrição
Medição de energia reserva	0 ~ 1	0 = desabilitado; 1 = habilitado
Períodos de tarifa (1~12)	0 ~ 42359	Código de 5 dígitos: dígito 5 = tarifa (1=ponta, 2=fora-ponta, 3=intermediária, 4=vale); dígitos 4-3 = hora; dígitos 2-1 = minuto

#### Nota 1 — Tabela de Codificação dos Objetos de Alarme

*U = especificação de tensão, I = especificação de corrente, Urat = relação do TP, Irat = relação do TC*

Código	Parâmetro	Faixa do limite superior	Faixa do limite inferior
0	Ua	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times 0,1$ )	0,0% ~ 135,0%
1	Ub	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times 0,1$ )	0,0% ~ 135,0%
2	Uc	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times 0,1$ )	0,0% ~ 135,0%
3	Uab	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times 0,1 \times 1,732$ )	0,0% ~ 135,0%
4	Ubc	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times 0,1 \times 1,732$ )	0,0% ~ 135,0%
5	Uca	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times 0,1 \times 1,732$ )	0,0% ~ 135,0%
6	Ia	0,0% ~ 135,0% ( $\times I \times Irat \times 0,001$ )	0,0% ~ 135,0%
7	Ib	0,0% ~ 135,0% ( $\times I \times Irat \times 0,001$ )	0,0% ~ 135,0%
8	Ic	0,0% ~ 135,0% ( $\times I \times Irat \times 0,001$ )	0,0% ~ 135,0%
9~12	Pa/Pb/Pc/Pt	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times I \times Irat$ )	0,0% ~ 135,0%
13~16	Qa/Qb/Qc/Qt	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times I \times Irat$ )	0,0% ~ 135,0%
17~20	Sa/Sb/Sc/St	0,0% ~ 135,0% ( $\times U \times Urat \times I \times Irat$ )	0,0% ~ 135,0%
21~24	PFa/PFb/PFc/PFt	0,0% ~ 100,0% ( $\times 0,01$ )	0,0% ~ 100,0%
25	F (Frequência)	Limite superior: 65 Hz	Limite inferior: >20 Hz
26~28	THDUa/THDUb/THDUc	0,0% ~ 100,0%	Quando superior = 0,0%, usa limite máximo
29~31	THDIa/THDIb/THDIc	0,0% ~ 100,0%	Quando superior = 0,0%, usa limite máximo

## 7. Descrição dos Parâmetros de Comunicação

7.1 Este instrumento fornece interface RS-485 padrão e protocolo ModBus-RTU. Com módulo Ethernet opcional, suporta simultaneamente ModBus-TCP. Os parâmetros que podem ser lidos ou modificados são listados nas tabelas a seguir.

### Parâmetros do Menu

Parâmetros marcados com (\*): valor real = valor de comunicação × 0,1

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
0000H	rSt.d	Limpar demanda máx, máx/mín, eventos (escrever 1)	word	1	R/W
0001H	COM1protocol	Protocolo de transmissão COM1, 0~11	word	1	R/W
0002H	Clr.E	Limpar energia (escrever 1)	word	1	R/W
0003H	Disp	Rotação de exibição: 0=deslig, 1~30=tempo(s)	word	1	R/W
0004H	RESERVED	Reservado	word	1	R/W
0005H	Language	Idioma: 0=chinês, 1=inglês	word	1	R/W
0006H	Net	Modo de fiação: 0=3P4W, 1=3P3W	word	1	R/W
0007H	Irat	Relação do TC	word	1	R/W
0008H	Urat	Relação do TP	word	1	R/W
0009H	AL1P	Objeto de alarme 1	word	1	R/W
000AH	AL1L	Limite inferior alarme 1 (*)	word	1	R/W
000BH	AL1H	Limite superior alarme 1 (*)	word	1	R/W
000CH	AL2P	Objeto de alarme 2	word	1	R/W
000DH	AL2L	Limite inferior alarme 2 (*)	word	1	R/W
000EH	AL2H	Limite superior alarme 2 (*)	word	1	R/W
000FH	AL3P	Objeto de alarme 3	word	1	R/W
0010H	AL3L	Limite inferior alarme 3 (*)	word	1	R/W
0011H	AL3H	Limite superior alarme 3 (*)	word	1	R/W
0012H	LocIPseg1	IP local campo 1	word	1	R/W
0013H	LocIPseg2	IP local campo 2	word	1	R/W
0014H	LocIPseg3	IP local campo 3	word	1	R/W
0015H	LocIPseg4	IP local campo 4	word	1	R/W
0016H	GatelPseg1	IP gateway campo 1	word	1	R/W
0017H	GatelPseg2	IP gateway campo 2	word	1	R/W
0018H	GatelPseg3	IP gateway campo 3	word	1	R/W
0019H	GatelPseg4	IP gateway campo 4	word	1	R/W
001AH	TcpPort	Porta TCP	word	1	R/W
001BH~001EH	SubMask1~4	Máscara de sub-rede campos 1~4	word	1	R/W
001FH	Addr1	Endereço COM1	word	1	R/W
0020H	bAud1	Taxa COM1: 0=1200, 1=2400, 2=4800, 3=9600, 4=19200, 5=38400, 6=57600, 7=115200, 8=256000 bps	word	1	R/W
0021H	Stb1	Stop bits COM1: 1 ou 2	word	1	R/W
0022H	Addr2	Endereço COM2	word	1	R/W
0023H	BAud2	Taxa COM2 (mesma codificação de bAud1)	word	1	R/W
0024H	Stb2	Stop bits COM2	word	1	R/W
0025H	Mprd	Período de demanda (min)	word	1	R/W
0026H~0031H	Tseg1~12	Períodos de tarifa	word	1	R/W
0038H	DO_Mode	Modo telecomando DO	word	1	R/W
0039H	DO	Status de saída digital (alarme)	word	1	R/W
003AH	DI	Status de entrada digital	word	1	R

## Dados Elétricos do Lado Secundário

(Fator de potência, frequência e ângulo de fase não diferenciam primário e secundário)

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
003BH	Ua	Tensão fase A, unidade V	word	1	R
003CH	Ub	Tensão fase B, unidade V	word	1	R
003DH	Uc	Tensão fase C, unidade V	word	1	R
003EH	Uab	Tensão de linha Uab, unidade V	word	1	R
003FH	Ubc	Tensão de linha Ubc, unidade V	word	1	R
0040H	Uca	Tensão de linha Uca, unidade V	word	1	R
0041H	Ia	Corrente Ia, unidade A	word	1	R
0042H	Ib	Corrente Ib, unidade A	word	1	R
0043H	Ic	Corrente Ic, unidade A	word	1	R
0044H	Pa	Potência ativa fase A, unidade W	word	1	R
0045H	Pb	Potência ativa fase B, W (inválido em 3P3L)	word	1	R
0046H	Pc	Potência ativa fase C, unidade W	word	1	R
0047H	Pt	Potência ativa total, unidade W	word	1	R
0048H	Qa	Potência reativa fase A, unidade var	word	1	R
0049H	Qb	Potência reativa fase B, var (inválido em 3P3L)	word	1	R
004AH	Qc	Potência reativa fase C, unidade var	word	1	R
004BH	Qt	Potência reativa total, unidade var	word	1	R
004CH	Sa	Potência aparente fase A, unidade VA	word	1	R
004DH	Sb	Potência aparente fase B, VA (inválido em 3P3L)	word	1	R
004EH	Sc	Potência aparente fase C, unidade VA	word	1	R
004FH	St	Potência aparente total, unidade VA	word	1	R
0050H	PFa	Fator de potência fase A	word	1	R
0051H	PFb	Fator de potência fase B	word	1	R
0052H	PFc	Fator de potência fase C	word	1	R
0053H	P Ft	Fator de potência total	word	1	R
0054H	Freq	Frequência, unidade Hz	word	1	R
0055H	PGA	Ângulo de fase tensão-corrente fase A	word	1	R
0056H	PGB	Ângulo de fase tensão-corrente fase B	word	1	R
0057H	PGC	Ângulo de fase tensão-corrente fase C	word	1	R
0058H~0059H	+Ep	Energia ativa direta	float	2	R
005AH~005BH	-Ep	Energia ativa reversa	float	2	R
005CH~005DH	+Eq	Energia reativa direta	float	2	R
005EH~005FH	-Eq	Energia reativa reversa	float	2	R

## Dados Elétricos do Lado Primário (leitura direta, sem necessidade de conversão)

Exemplo: R\_Ua = 220,12345 significa tensão primária de 220,12345 V

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
0060H~0061H	R_Ua	Tensão fase A, unidade V	float	2	R
0062H~0063H	R_Ub	Tensão fase B, unidade V	float	2	R
0064H~0065H	R_Uc	Tensão fase C, unidade V	float	2	R
0066H~0067H	R_Uab	Tensão de linha Uab, unidade V	float	2	R
0068H~0069H	R_Ubc	Tensão de linha Ubc, unidade V	float	2	R
006AH~006BH	R_Uca	Tensão de linha Uca, unidade V	float	2	R
006CH~006DH	R_Ia	Corrente fase A, unidade A	float	2	R
006EH~006FH	R_Ib	Corrente fase B, unidade A	float	2	R
0070H~0071H	R_Ic	Corrente fase C, unidade A	float	2	R
0072H~0073H	R_Pa	Potência ativa fase A, unidade W	float	2	R
0074H~0075H	R_Pb	Potência ativa fase B, W (inválido em 3P3L)	float	2	R
0076H~0077H	R_Pc	Potência ativa fase C, unidade W	float	2	R
0078H~0079H	R_Pt	Potência ativa total, unidade W	float	2	R
007AH~007BH	R_Qa	Potência reativa fase A, unidade var	float	2	R
007CH~007DH	R_Qb	Potência reativa fase B, var (inválido em 3P3L)	float	2	R
007EH~007FH	R_Qc	Potência reativa fase C, unidade var	float	2	R
0080H~0081H	R_Qt	Potência reativa total, unidade var	float	2	R
0082H~0083H	R_Sa	Potência aparente fase A, unidade VA	float	2	R
0084H~0085H	R_Sb	Potência aparente fase B, VA (inválido em 3P3L)	float	2	R
0086H~0087H	R_Sc	Potência aparente fase C, unidade VA	float	2	R
0088H~0089H	R_St	Potência aparente total, unidade VA	float	2	R
008AH~008BH	R_+Ep	Energia ativa direta (primário)	float	2	R
008CH~008DH	R_-Ep	Energia ativa reversa (primário)	float	2	R
008EH~008FH	R_+Eq	Energia reativa direta (primário)	float	2	R
0090H~0091H	R_-Eq	Energia reativa reversa (primário)	float	2	R

## Parâmetros Harmônicos

Símbolo %: porcentagem. Ex.: dado 123 = 12,3%. Precisão de 1 casa decimal.

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
0092H~00AFH	Hua2~Hua31	Conteúdo harmônico de tensão fase A, 2 <sup>a</sup> ~31 <sup>a</sup> ordem (%)	word	1	R
00B0H~00CDH	Hub2~Hub31	Conteúdo harmônico de tensão fase B, 2 <sup>a</sup> ~31 <sup>a</sup> ordem (%)	word	1	R
00CEH~00EBH	Huc2~Huc31	Conteúdo harmônico de tensão fase C, 2 <sup>a</sup> ~31 <sup>a</sup> ordem (%)	word	1	R
00ECH~0109H	Hia2~Hia31	Conteúdo harmônico de corrente fase A, 2 <sup>a</sup> ~31 <sup>a</sup> ordem (%)	word	1	R
010AH~0127H	Hib2~Hib31	Conteúdo harmônico de corrente fase B, 2 <sup>a</sup> ~31 <sup>a</sup> ordem (%)	word	1	R
0128H~0145H	Hic2~Hic31	Conteúdo harmônico de corrente fase C, 2 <sup>a</sup> ~31 <sup>a</sup> ordem (%)	word	1	R
0146H	THDUa	THD de tensão fase A (%)	word	1	R
0147H	THDUb	THD de tensão fase B (%)	word	1	R
0148H	THDUc	THD de tensão fase C (%)	word	1	R
0149H	THDia	THD de corrente fase A (%)	word	1	R
014AH	THDib	THD de corrente fase B (%)	word	1	R
014BH	THDic	THD de corrente fase C (%)	word	1	R
014CH~014EH	THFUa~THFUc	Fator harmônico total de tensão (%)	word	1	R
014FH~0151H	THFla~THFlc	Fator harmônico total de corrente (%)	word	1	R
0152H~015DH	THD_odd/even	THD ímpar/par de tensão e corrente por fase (%)	word	1	R

## Fator de Crista de Tensão e Fator K de Corrente

Precisão de 2 casas decimais. Ex.: 141 = 1,41

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
015EH	CFua	Fator de crista de tensão fase A	word	1	R
015FH	CFub	Fator de crista de tensão fase B	word	1	R
0160H	CFuc	Fator de crista de tensão fase C	word	1	R
0161H	KFla	Fator K de corrente fase A	word	1	R
0162H	KFlb	Fator K de corrente fase B	word	1	R
0163H	KFlc	Fator K de corrente fase C	word	1	R

## Desequilíbrio Trifásico e Componentes de Sequência

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
0164H	εU2	Desequilíbrio de sequência negativa de tensão (%)	word	1	R
0165H	εI2	Desequilíbrio de sequência negativa de corrente (%)	word	1	R
0166H	εU0	Desequilíbrio de sequência zero de tensão (%)	word	1	R
0167H	εI0	Desequilíbrio de sequência zero de corrente (%)	word	1	R
0168H	Up	Tensão de sequência positiva	word	1	R
0169H	Un	Tensão de sequência negativa	word	1	R
016AH	Uz	Tensão de sequência zero	word	1	R
016BH	Ip	Corrente de sequência positiva	word	1	R
016CH	In	Corrente de sequência negativa	word	1	R
016DH	Iz	Corrente de sequência zero	word	1	R

## Valores Médios, Demanda, Máximo e Mínimo

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
016EH	Uavg	Tensão média trifásica	word	1	R
016FH	Iavg	Corrente média trifásica	word	1	R
0170H	Isum	Soma de correntes trifásicas	word	1	R
0171H~0174H	CDa~CDt	Demanda atual de potência ativa (A/B/C/total)	word	1	R
0175H~0178H	MDa~MDt	Demanda máxima de potência ativa (A/B/C/total)	word	1	R

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
0179H~017EH	Ua~Uc Max/Min	Tensão máxima/mínima de cada fase	word	1	R
017FH~0184H	Ia~Ic Max/Min	Corrente máxima/mínima de cada fase	word	1	R
0185H	Pt-Max	Potência total máxima	word	1	R
0186H	Pt-Min	Potência total mínima	word	1	R

## Relógio do Sistema, Energia Reserva, Energia por Tarifa, Estatística Mensal

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
018AH	Year	Ano atual	word	1	R
018BH	Month	Mês atual	word	1	R
018CH	Day	Dia atual	word	1	R
018DH	Hour	Hora atual	word	1	R
018EH	Minute	Minuto atual	word	1	R
018FH	Second	Segundo atual	word	1	R
0190H	CoreTemp	Temperatura interna do instrumento	word	1	R
0192H~0193H	bkEP	Energia ativa direta reserva	float	2	R
0194H~0195H	-bkEP	Energia ativa reversa reserva	float	2	R
0196H~0197H	bkEQ	Energia reativa direta reserva	float	2	R
0198H~0199H	-bkEQ	Energia reativa reversa reserva	float	2	R
019AH~019BH	t1_EP	Energia ativa tarifa T1 (ponta)	float	2	R
019CH~019DH	t2_EP	Energia ativa tarifa T2 (fora-ponta)	float	2	R
019EH~019FH	t3_EP	Energia ativa tarifa T3 (intermediária)	float	2	R
01A0H~01A1H	t4_EP	Energia ativa tarifa T4 (vale)	float	2	R
01A2H~01A3H	LastMt1_EP	Estatística mensal T1 (ponta)	float	2	R
01A4H~01A5H	LastMt2_EP	Estatística mensal T2 (fora-ponta)	float	2	R
01A6H~01A7H	LastMt3_EP	Estatística mensal T3 (intermediária)	float	2	R
01A8H~01A9H	LastMt4_EP	Estatística mensal T4 (vale)	float	2	R
01AAH~01ABH	LastM_EP	Estatística mensal total de energia ativa direta	float	2	R

## Valores Rápidos, Cintilação, Tensão/Corrente Fundamental e Harmônica Total

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
01ACH	δFrq	Desvio de frequência (Hz)	word	1	R
01ADH~01AFH	δUa~δUc	Desvio de tensão de fase (%)	word	1	R
01B0H~01B2H	δUab~δUca	Desvio de tensão de linha (%)	word	1	R
01B3H	LF	Fator de carga (%)	word	1	R
01B4H~01B9H	PHUa~PHIc	Ângulos de fase de tensão e corrente	word	1	R
01BAH	fstFrq	Frequência rápida (atualização 40 ms)	word	1	R
01BBH	Min_fstFrq	Frequência rápida mínima	word	1	R
01BCH	Max_fstFrq	Frequência rápida máxima	word	1	R
01BDH~01BFH	fstUa~fstUc	Tensão eficaz de meia-onda (atualização 20 ms)	word	1	R
01C0H~01C2H	fstIa~fstIc	Corrente eficaz de meia-onda (atualização 20 ms)	word	1	R
01C3H~01C5H	PstUa~PstUc	Cintilação de curta duração (atualização 10 min)	word	1	R
01C6H~01C8H	PItUa~PItUc	Cintilação de longa duração (atualização 2 h)	word	1	R
01C9H~01CBH	dUa~dUc	Flutuação de tensão % (atualização 10 s)	word	1	R
01CCH~01CEH	ΔUa~ΔUc	Valor de flutuação de tensão (atualização 10 s)	word	1	R
01CFH~01D1H	FUa~FUc	Tensão fundamental de cada fase	word	1	R
01D2H~01D4H	FIa~FIc	Corrente fundamental de cada fase	word	1	R
01D5H~01D7H	HUa~HUc	Tensão harmônica total de cada fase	word	1	R
01D8H~01DAH	HIa~HIc	Corrente harmônica total de cada fase	word	1	R

## Inter-harmônicos (0,5ª ~ 63,5ª ordem)

Endereço	Nome	Descrição	Tipo	Tam.	R/W
01DBH~025A	HiHua0.5~63.5	Inter-harmônicos de tensão fase A (%)	word	1	R
025BH~02DA	HiHub0.5~63.5	Inter-harmônicos de tensão fase B (%)	word	1	R
02DBH~035A	HiHuc0.5~63.5	Inter-harmônicos de tensão fase C (%)	word	1	R
035BH~03DA	HiHia0.5~63.5	Inter-harmônicos de corrente fase A (%)	word	1	R
03DBH~045A	HiHib0.5~63.5	Inter-harmônicos de corrente fase B (%)	word	1	R
045BH~04DA	HiHic0.5~63.5	Inter-harmônicos de corrente fase C (%)	word	1	R

### Notas:

- Escrever 1 limpa a energia total.
- O produto da relação de tensão × relação de corrente não deve exceder 100.000.
- float = ponto flutuante de 4 bytes (IEEE 754).
- Parâmetros com (\*): valor real = valor de comunicação × 0,1.

## 7.2 Status de Saída de Alarme

O registrador DO utiliza os bits 0~7 para indicar o status de alarme. Bit = '0': sem alarme; Bit = '1': em alarme.

Bit	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Função	DO4 Superior	DO4 Inferior	DO3 Superior	DO3 Inferior	DO2 Superior	DO2 Inferior	DO1 Superior	DO1 Inferior

## 7.3 Status de Entrada Digital

Bits 0~3 indicam o status das entradas: '0' = aberto, '1' = fechado.

Bit	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Função	DI4	DI3	DI2	DI1

## 7.4 Conversão de Dados Elétricos do Lado Secundário

Números negativos são representados em complemento de dois. Fórmulas de conversão:

Parâmetro	Fórmula de conversão	Unidade	Registradores
Tensão	$U = URMSx \times Urat \times 0,1$	V	Ua, Ub, Uc, Uab, Ubc, Uca
Corrente	$I = IRMSx \times Irat \times 0,001$	A	Ia, Ib, Ic
Potência ativa	$P = Px \times Urat \times Irat$	W	Pa, Pb, Pc
Potência reativa	$Q = Qx \times Urat \times Irat$	var	Qa, Qb, Qc
Potência aparente	$S = Sx \times Urat \times Irat$	VA	Sa, Sb, Sc
Potência ativa total	$P = Pt \times Urat \times Irat$	W	Pt
Potência reativa total	$Q = Qt \times Urat \times Irat$	var	Qt
Potência aparente total	$S = St \times Urat \times Irat$	VA	St
Fator de potência	$PF = PFx \times 0,001$		PFa, PFb, PFc, PFt
Frequência	$F = Freq \times 0,01$	Hz	F
Ângulo tensão-corrente	$\varphi = PGx \times 0,1$	graus	PGA, PGB, PGC

Para garantir precisão com relações de transformação elevadas, o instrumento também fornece dados do lado primário em formato de ponto flutuante IEEE 754 de 32 bits, já incluindo as relações de transformação. Não é necessário conversão adicional.

## 8. Precauções

8.1 Antes de energizar, confirme novamente se a fonte de alimentação e os sinais de entrada estão dentro da faixa de operação, e se todos os terminais estão conectados corretamente e com firmeza.

8.2 Após energizado, é estritamente proibido tocar nos terminais de conexão.

8.3 O instrumento não deve sofrer impactos, colisões ou vibrações intensas. O ambiente de uso deve atender aos requisitos técnicos.

8.4 A garantia gratuita é de 18 meses a partir da data de fabricação. Após o período de garantia, serão cobradas taxas de reparo. Danos ao lacre ou uso inadequado invalidam a garantia.

8.5 A classe de precisão deste instrumento é 0,2/0,2s. Para medições de alta precisão, utilize transformadores de instrumentação com classe de precisão não inferior a 0,2.

# Anexo A — Protocolo de Comunicação ModBus-RTU

## A.1 Formato de Comunicação

A transmissão de informações é assíncrona, baseada em bytes. As mensagens entre mestre e escravo utilizam formato de 11 bits: 1 bit de início (0), 8 bits de dados e 2 bits de parada (1).

Início	Endereço	Código de função	Área de dados	Verificação CRC	Fim
>3,5 caracteres de pausa	1 byte	1 byte	n bytes	2 bytes	>3,5 caracteres de pausa

## A.2 Processo de Transmissão

O comando de comunicação é enviado pelo mestre ao escravo. O escravo cujo endereço corresponde ao comando recebe a mensagem. Se a verificação CRC estiver correta, executa a operação correspondente e retorna o resultado ao mestre. A resposta inclui endereço, código de função, dados e CRC. Se o CRC estiver incorreto, nenhuma resposta é enviada.

### A.2.1 Código de Endereço

Primeiro byte de cada quadro. Faixa de 1 a 247. Cada escravo deve ter endereço único no barramento.

### A.2.2 Código de Função

O instrumento suporta os seguintes códigos de função:

Código	Definição	Operação
03H	Ler registradores	Lê dados de um ou mais registradores
10H	Escrever múltiplos registradores	Escreve n dados de 16 bits em n registradores consecutivos

## A.3 Exemplos de Códigos de Função

### A.3.1 Código de função 03H: Ler registradores

Exemplo: o mestre deseja ler 2 registradores a partir do endereço 0CH do escravo 01H.

Mestre envia	Informação
Endereço	01H
Código de função	03H
Endereço inicial (byte alto)	00H
Endereço inicial (byte baixo)	0CH
Quantidade (byte alto)	00H
Quantidade (byte baixo)	02H
CRC (byte baixo)	04H
CRC (byte alto)	08H

Se os registradores 0CH e 0DH contêm 0000H e 1388H, o escravo retorna:

Escravo retorna	Informação
Endereço	01H
Código de função	03H
Contagem de bytes	04H
Reg 0CH (alto)	00H
Reg 0CH (baixo)	00H

Esravo retorna	Informação
Reg 0DH (alto)	13H
Reg 0DH (baixo)	88H
CRC (byte baixo)	F7H
CRC (byte alto)	65H

### A.3.2 Código de função 10H: Escrever múltiplos registradores

Exemplo: o mestre deseja escrever 0002H, 1388H e 000AH em 3 registradores a partir do endereço 00H do escravo 01H.

Mestre envia	Informação
Endereço	01H
Código de função	10H
Endereço inicial (byte alto)	00H
Endereço inicial (byte baixo)	00H
Quantidade de registradores (byte alto)	00H
Quantidade de registradores (byte baixo)	03H
Contagem de bytes	06H
Dados 1 (byte alto)	00H
Dados 1 (byte baixo)	02H
Dados 2 (byte alto)	13H
Dados 2 (byte baixo)	88H
Dados 3 (byte alto)	00H
Dados 3 (byte baixo)	0AH
CRC (byte baixo)	9BH
CRC (byte alto)	E9H

Se a escrita for bem-sucedida, o escravo retorna:

Esravo retorna	Informação
Endereço	01H
Código de função	10H
Endereço inicial (byte alto)	00H
Endereço inicial (byte baixo)	00H
Quantidade de registradores (byte alto)	00H
Quantidade de registradores (byte baixo)	03H
CRC (byte baixo)	80H
CRC (byte alto)	08H

## A.4 Verificação CRC de 16 bits

O CRC de 16 bits é calculado pelo mestre e colocado ao final do quadro. O escravo recalcula o CRC da mensagem recebida e compara. Se não corresponder, indica erro. Apenas os 8 bits de dados são utilizados no cálculo do CRC; bits de início e parada não participam.

Método de cálculo do CRC:

- 1) Inicializar um registrador de 16 bits com FFFF (hex) — este é o registrador CRC.
- 2) Fazer XOR do primeiro byte de dados com os 8 bits inferiores do registrador CRC; resultado armazenado no registrador CRC.
- 3) Deslocar o conteúdo do registrador CRC 1 bit à direita (direção do bit menos significativo), preenchendo o bit mais significativo com 0. Verificar o bit deslocado.
- 4) Se o bit deslocado for 0: repetir o passo 3. Se for 1: fazer XOR do registrador CRC com o polinômio A001H.
- 5) Repetir os passos 3 e 4 até completar 8 deslocamentos (processamento completo do byte).
- 6) Repetir os passos 2 a 5 para o próximo byte do quadro.
- 7) Após processar todos os bytes (exceto o CRC), o conteúdo do registrador CRC é o código de verificação CRC de 16 bits.

## A.5 Tratamento de Erros

Quando o instrumento detecta erros (exceto erro de CRC), retorna uma mensagem de erro ao mestre. O código de função retornado tem o bit mais significativo definido como 1 (código de função original + 128).

Código de erro	Descrição
01H	Código de função ilegal — função não suportada pelo instrumento
02H	Endereço de registrador ilegal — endereço fora da faixa do instrumento
03H	Valor de dados ilegal — valor fora da faixa válida para o endereço

## Anexo B — Protocolo de Transmissão de Forma de Onda

Quando a COM1 é configurada para protocolo de transmissão de forma de onda (via menu ou comando Modbus-RTU), a COM1 transmite formas de onda continuamente usando buffer ping-pong, ciclo por ciclo, com 64 pontos por ciclo, amostragem síncrona e rastreamento automático de frequência do sinal. Nenhum comando do mestre é necessário durante a transmissão.

### B.1 Formato de Comunicação

COM1Protocol	Cabeçalho	Conteúdo dos dados (2 bytes por ponto, little-endian)	Comprimento total (bytes)
2	Nenhum	UA+UB+UC+UA+UB+UC... (3 canais × 64 pontos)	384
3	Nenhum	IA+IB+IC+IA+IB+IC... (3 canais × 64 pontos)	384
4	Nenhum	UA+IA+UA+IA... (2 canais × 64 pontos)	256
5	Nenhum	UB+IB+UB+IB... (2 canais × 64 pontos)	256
6	Nenhum	UC+IC+UC+IC... (2 canais × 64 pontos)	256
7	0xFEEF+0x6803	Igual ao modo 2	388
8	0xFEEF+0x6903	Igual ao modo 3	388
9	0xFEEF+0xAA01	Igual ao modo 4	260
10	0xFEEF+0xBB01	Igual ao modo 5	260
11	0xFEEF+0xCC01	Igual ao modo 6	260

### B.2 Análise de Quadro

O conteúdo do quadro é determinado pelo registrador COM1Protocol. Modos 2~6 são transmissão direta; modos 7~11 adicionam cabeçalho de 4 bytes. 0xFEEF pode ser usado para identificar o intervalo entre quadros; os 2 bytes seguintes identificam o conteúdo. Após a transmissão de cada quadro, o mestre aguarda o próximo quadro pronto para transmissão automática. Cada quadro contém um ciclo completo do sinal. Com recepção contínua, obtêm-se ciclos consecutivos sem intervalo.

### B.3 Confiabilidade da Comunicação

A transmissão de formas de onda opera a uma taxa fixa de 256 kbps. Para garantir a confiabilidade, utilize conversores USB-RS485 industriais de alta qualidade com taxa máxima superior à necessária. Recomenda-se conversores com chip FT232 (Reino Unido). Use cabos de par trançado blindados entre o mestre e o instrumento. Avalie a necessidade de resistor terminal de 120 Ω conforme as condições da instalação. Inicie os testes com cabo curto (~1 m) e depois estenda para o comprimento real.