

CCK4300

MEDIDOR DE ENERGIA MULTIFUNÇÃO



CCK
AUTOMAÇÃO LTDA.

**MANUAL DE
INSTALAÇÃO E
OPERAÇÃO**

INFORMAÇÕES IMPORTANTES

As informações neste documento estão sujeitas a modificações sem prévia comunicação e não representam uma obrigação por parte da CCK AUTOMAÇÃO LTDA.

Nenhuma parte deste documento pode ser copiada ou reproduzida por qualquer meio eletrônico ou forma legível, sem a prévia autorização escrita da CCK AUTOMAÇÃO LTDA.

CCK AUTOMAÇÃO LTDA. (BRASIL), 2003. Todos os direitos reservados.

NOTAS SOBRE RESERVA DE DIREITOS

Qualquer produto ou nome de empresa citado neste documento é marca registrada de seus legítimos proprietários.

Dezembro, 2003.

ÍNDICE

INSPEÇÕES PRELIMINARES	4
RECOMENDAÇÕES.....	4
DESCRIÇÃO FUNCIONAL	4
MEDIÇÕES.....	5
ACUMULADORES DE ENERGIA.....	6
FÓRMULAS.....	6
Tensão RMS.....	6
Corrente RMS.....	6
Potência Ativa.....	6
Potência Reativa.....	6
Potência Aparente.....	6
Tensão Média.....	6
Corrente Média.....	6
Potência Ativa Total.....	7
Potência Reativa Total.....	7
Potência Aparente Total.....	7
Energias.....	7
Ângulos de Fase.....	7
Fator de Potência.....	7
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	8
INSTALAÇÃO DO CCK 4300	9
MONTAGEM DA UNIDADE.....	9
DESENHO MECÂNICO.....	10
LIGAÇÃO 3 ELEMENTOS, 4 FIOS.....	11
LIGAÇÃO 2 ELEMENTOS, 3 FIOS.....	13
ALIMENTAÇÃO.....	16
COMUNICAÇÃO RS 485.....	16
OPERAÇÃO DO CCK 4300.....	17
PROGRAMAÇÃO.....	18
PROTOCOLO MODBUS.....	19
ENDEREÇOS PARA LEITURA MODBUS.....	23

INSPEÇÕES PRELIMINARES

Quando receber o instrumento, verifique se este não sofreu nenhum dano durante o transporte. Se houver algum problema, contate a assistência técnica para se certificar sobre as possibilidades de reparos. Junto com o equipamento, você está recebendo o Manual de Instalação e Operação.

RECOMENDAÇÕES

Leia este manual atentamente, antes de proceder a instalação da unidade.

Para o uso apropriado do equipamento, é essencial que os procedimentos normais de segurança sejam seguidos.

Não instale o equipamento, caso seja verificada a ocorrência de algum dano durante o transporte. Toda operação de manutenção, conserto ou abertura do instrumento deve ser executada apenas por técnicos autorizados.

DESCRIÇÃO FUNCIONAL

O CCK 4300 é um multimedidor de energia que substitui diversos instrumentos de medição (V, A, W, VAR, FP, f, etc.), capaz de medir e calcular todos os parâmetros elétricos de um sistema trifásico com 3 ou 4 fios, fornecendo parâmetros processados como Wh, Warh, etc.

Trata-se de um instrumento de painel com dimensões reduzidas (96 x 96 mm), display de 2 linhas, 20 caracteres, teclado que permite a navegação e a programação de grandezas no instrumento, comunicação serial RS 485 - protocolo de comunicação MODBUS RTU.

MEDIÇÕES

DISPLAY	DESCRIÇÃO	UNIDADE
VF pri	Tensão média das fases ligadas ao CCK 4300 elemento primário	Volts (*)
VL pri	Tensão média entre as fases ligadas ao CCK 4300 elemento primário	Volts (*)
Vrpri	Tensão da fase R – elemento primário	Volts (*)
Vspri	Tensão da fase S - elemento primário	Volts (*)
Vtpri	Tensão da fase T - elemento primário	Volts (*)
VRSpri	Tensão entre as fases R e S – elemento primário	Volts (*)
VSTpri	Tensão entre as fases S e T – elemento primário	Volts (*)
VRTpri	Tensão entre as fases R e T – elemento primário	Volts (*)
VR sec	Tensão da fase R - elemento secundário	Volts
VS sec	Tensão da fase S - elemento secundário	Volts
VT sec	Tensão da fase T - elemento secundário	Volts
I pri	Corrente média das fases ligadas ao CCK 4300	Ampere (*)
IRpri	Corrente da fase R - elemento primário	Ampere (*)
Ispri	Corrente da fase S - elemento primário	Ampere (*)
ITpri	Corrente da fase T - elemento primário	Ampere (*)
IR sec	Corrente da fase R- elemento secundário	Volts (*)
IS sec	Corrente da fase S- elemento secundário	Volts (*)
IT sec	Corrente da fase T- elemento secundário	Volts (*)
P.ap	Potência aparente média das fases ligadas ao CCK 4300	Voltampere (*)

(*) Estas unidades são acrescidas do K (Kilo) quando as relações de potencial (TP) e de corrente (TC) forem muito grandes

ACUMULADORES DE ENERGIA

A unidade CCK 4300 dispõe dos seguintes acumuladores de energia que podem ser visualizados localmente no display:

- Energia ativa (kWh - importada e exportada),
- Energia reativa (kVArh),
- Energia reativa capacitiva (kVArh cap),
- Energia reativa indutiva (kVArh ind);

FÓRMULAS

A seguir estão as fórmulas dos cálculos realizados pelo CCK 4300, para obter os resultados das medições:

Tensão RMS

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} u^2(t) dt}$$

Corrente RMS

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} i^2(t) dt}$$

Potência Ativa

$$P_{at} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} u(t)i(t) dt$$

Potência Reativa

$$P_{re} = \sqrt{P_2 - P_{at}^2}$$

Potência Aparente

$$P_{ap} = V_{rms} I_{rms}$$

Tensão Média

2 elementos: $V_{med} = \frac{1}{2} (V_1 + V_2)$

3 elementos: $V_{med} = \frac{1}{3} (V_1 + V_2 + V_3)$

Corrente Média

2 elementos: $I_{med} = \frac{1}{2} (I_1 + I_2)$

3 elementos: $I_{med} = \frac{1}{3} (I_1 + I_2 + I_3)$

Potência Ativa Total 2 elementos: $P_{at_tot} = (P_{at1} + P_{at3})$
f/f

3 elementos: $P_{at_tot} = (P_{at1} + P_{at2} + P_{at3})$
f/n

Potência Reativa Total 2 elementos: $P_{re_tot} = (P_{re1} + P_{re3})$
f/f

3 elementos: $P_{re_tot} = (P_{re1} + P_{re2} + P_{re3})$
f/n

Potência Aparente Total $P_{ap_tot} = \sqrt{P_{at_tot}^2 + P_{re_tot}^2}$

Energias $E_x = \int_0^{t+T} P_x dt$

Ângulos de fase
Ângulos I são os ângulos entre a corrente e a tensão associada.

Fator de Potência
Por Wattímetro $PF = \frac{P_{at}}{P_{ap}}$ _____

Total $PF_{tot} = \frac{P_{at_tot}}{P_{ap_tot}}$ _____

As informações numéricas exibidas no display são atualizadas a cada segundo

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Multimedidor de energia para porta de painel com dimensões de 96 mm x 96 mm;
- Tensão de alimentação: 80 a 250 VAC – 125/220 VCC
- Tolerância da alimentação: +15/-20%.
- Frequência : 50/60 Hz, selecionável pelo usuário;
- Consumo dos TCís internos: 0,28 VA
- Consumo máximo: < 3,0 VA.
- Faixa de medição de tensão no borne do equipamento: De 30 VAC até 500 VAC;
- Faixa de medição de corrente no borne do equipamento: De 20 mA até 5 A;
- Classe de exatidão: 0,5%
- OPCIONAL: Saída de pulsos proporcional ao consumo de energia ativa: constante fixada na traseira do equipamento;
- PADRÃO DE FÁBRICA: pulsos;
- Isolação:
 - Alimentação: 2,5kV;
 - Medição: 4kV;
 - RS-485: 1,6kV;
- Temperatura de operação: 0 a 50°C.
- Peso máximo sem embalagem: 1,3kg.

INSTALAÇÃO DO CCK 4300

MONTAGEM DA UNIDADE

A unidade CCK 4300 deve ser instalada em painéis elétricos compatíveis com as características construtivas da unidade. Os terminais de unidade conectados aos sinais de tensão e corrente não devem acessíveis.

A unidade deve ser instalada em local protegido contra a água. Em ambientes com muita certifique-se que a unidade esteja selada e protegida.

ATENÇÃO: Quando utilizar em atmosfera explosiva, os terminais devem ser colocados em uma área de segurança.

É recomendável a instalação da unidade em painéis que não estejam sujeitos a vibração, a uma temperatura ambiente de 0 a 50° C.

CONEXÕES ELÉTRICAS

ATENÇÃO: Nunca desconecte as entradas de corrente sem a prévia desenergização da alimentação da carga medida. Caso isto não seja possível, é necessário curto-circuitar os secundário do transformador de corrente (TC);

Os bornes para conexão dos sinais de tensão e corrente são identificados da seguinte forma:

	TENSÃO	CORRENTE
1º Elemento	V_R	I_R, I'_R
2º Elemento	V_S	I_S, I'_S
3º Elmento	V_T	I_T, I'_T
	N (Neutro)	

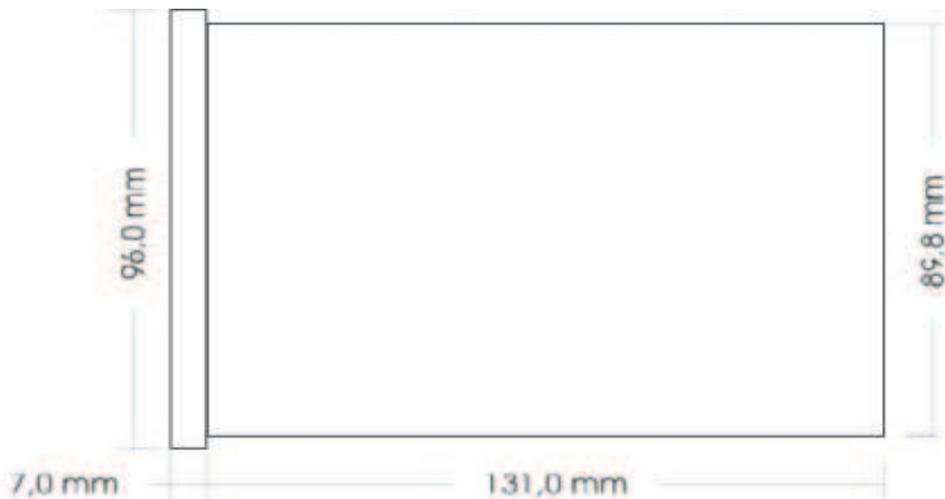
ATENÇÃO: É preponderante quando forem realizadas as conexões elétricas aos sinais de tensão e corrente que estas sejam realizadas faseadas. Caso contrário, isto implicará no funcionamento errado do CCK 4300

DESENHO MECÂNICO

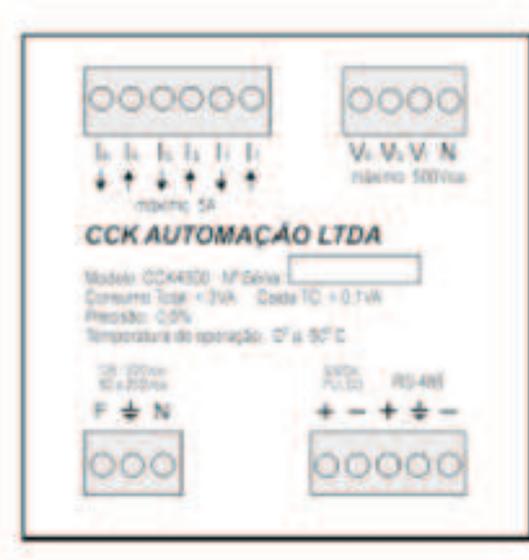
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



PAINEL TRASEIRO



Para orientar nestas conexões, o CCK 4300 tem como recurso apresentar no DISPLAY para o usuário os seguintes ângulos (vide item OPERAÇÃO):

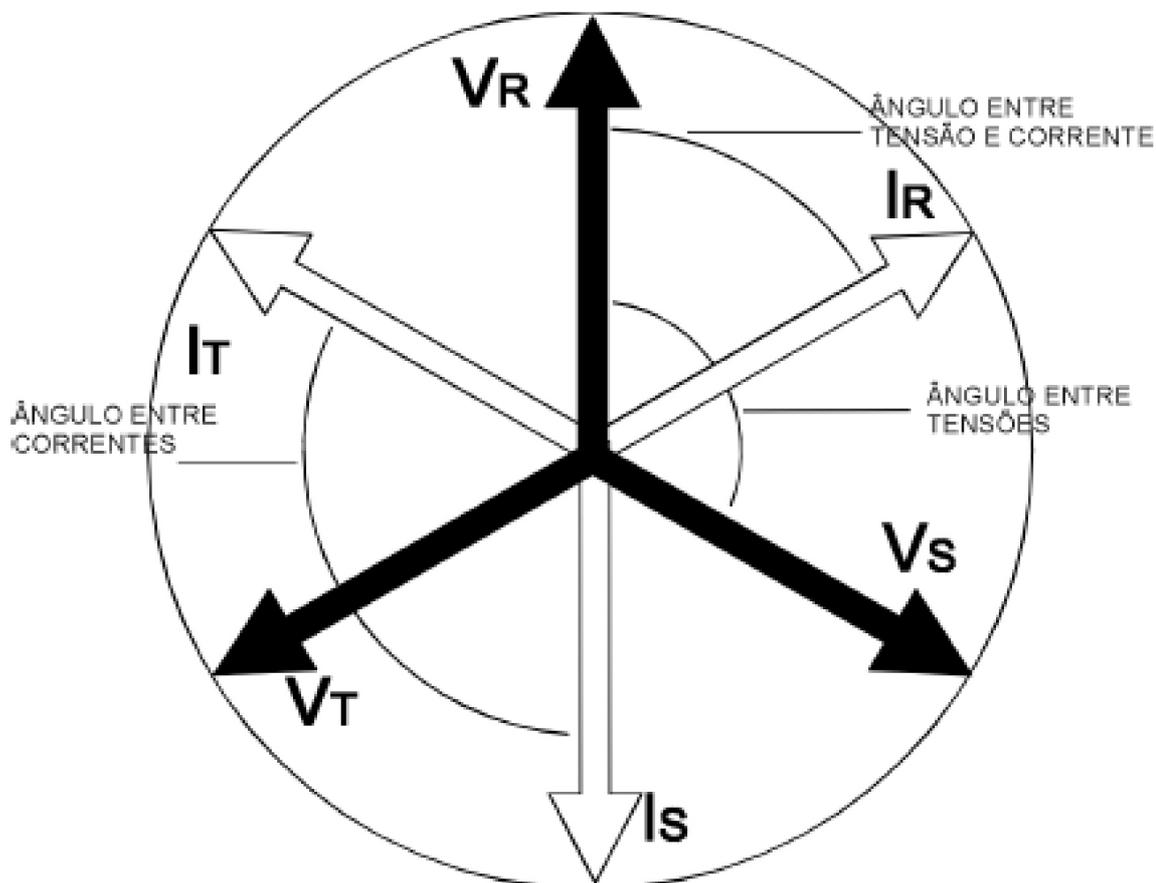
- Entre as tensões;
- Entre as correntes;
- Entre tensão e corrente;

Que devem apresentar os valores constantes nas tabelas abaixo, de acordo com o fator de potência no local onde está instalado o CCK 4300.

ATENÇÃO: Nunca abra os sinais de corrente na borneira do CCK 4300 sem se certificar que estes sinais estão curto-circuitados nos secundários dos transformadores de corrente (TC's) conectados ao CCK 4300;

LIGAÇÃO 3 ELEMENTOS, 4 FIOS

Os ângulos entre tensões, correntes e tensão e corrente apresentados no CCK 4300 obedecem ao diagrama fasorial representado abaixo, onde o NEUTRO (centro dos vetores de tensão e corrente) é referência:



ÂNGULO ENTRE TENSÕES

OBS: Recomendamos como primeiro passo o faseamento das tensões na sequência positiva (VR: 0°, VS: 120° e VT: -120°), seguida do faseamento das correntes;

ÂNGULO ENTRE CORRENTES

Estará próxima aos valores dos ângulos entre as tensões;

ÂNGULO ENTRE TENSÕES E CORRENTES

Estes ângulos variam de acordo com o fator de potência, conforme a tabela abaixo:

	Valores de Fator de Potência						
	0,86 cap	0,90 cap	0,95 cap	1,0	0,95 ind	0,90 ind	0,86 ind
iVt	-30,7°	-25,8°	-18,1°	0°	+18,1°	+25,8°	+30,7°
iVs	-30,7°	-25,8°	-18,1°	0°	+18,1°	+25,8°	+30,7°
iVr	-30,7°	-25,8°	-18,1°	0°	+18,1°	+25,8°	+30,7°

Para a elaboração da tabela acima foi utilizada a seguinte fórmula:

ÂNGULO ENTRE TENSÃO E CORRENTE = COS-1J, ONDE J É O VALOR DO FATOR DE POTÊNCIA;

EXEMPLO:

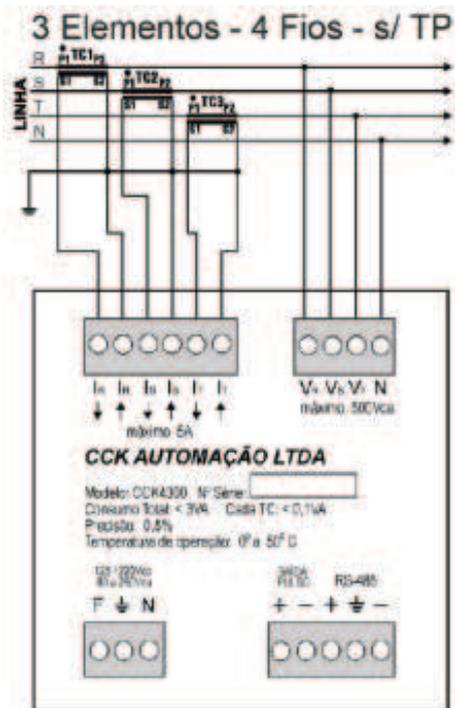
Para um Fator de Potência de 0,95, teremos:

$$\cos^{-1} 0,95 = 18,1^\circ;$$

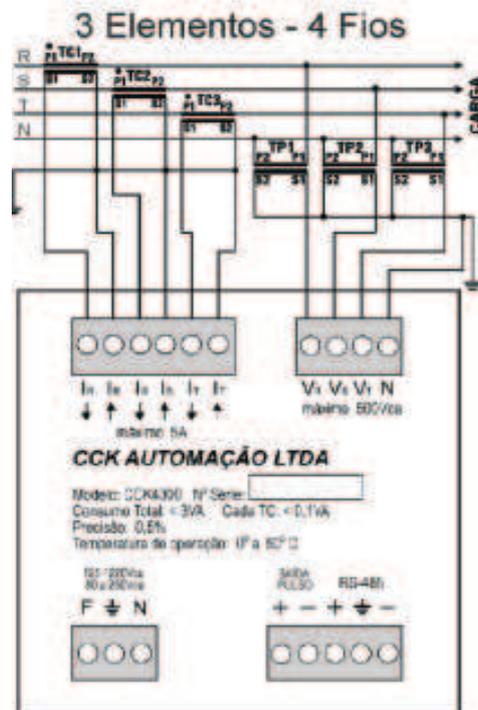
Como apresentado no diagrama fasorial acima, se diz que o fator de potência está INDUTIVO se a corrente estiver atrasada no sentido horário em relação a tensão (o ângulo entre a tensão e corrente é apresentada com o sinal **POSITIVO** no CCK 4300) e, caso contrário (corrente adiantada em relação a corrente), o fator de potência será **NEGATIVO**;

ESQUEMA DE LIGAÇÃO - 3 ELEMENTOS, 4 FIOS

SEM UTILIZAÇÃO DE TP'S



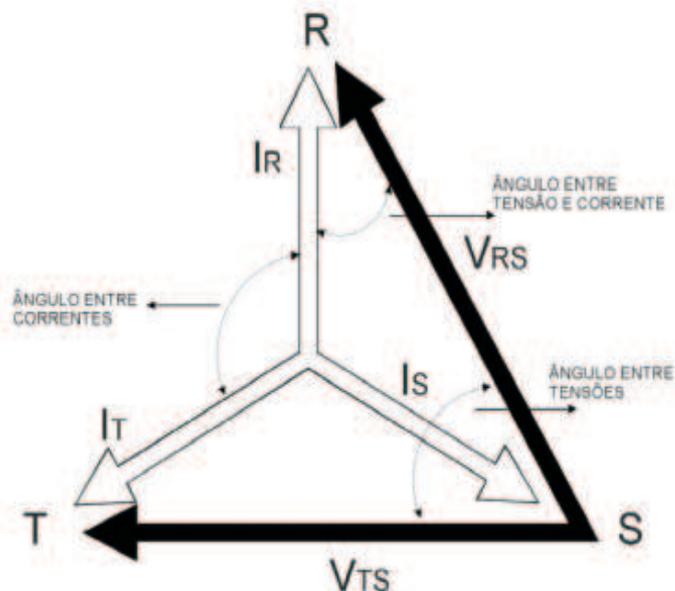
COM UTILIZAÇÃO DE TP'S



ATENÇÃO: Faixa de medição de tensão no borne do equipamento: 30 VAC até 500 VAC;
 Faixa de medição de corrente no borne do equipamento: 20 mA até 5 A;

ESQUEMA DE LIGAÇÃO - 2 ELEMENTOS, 3 FIOS

Os ângulos entre tensões, correntes e tensão e corrente apresentados no CCK 4300 obedecem ao diagrama fasorial representado abaixo, sendo que, neste tipo de ligação não NEUTRO, sendo uma das tensões, no caso do desenho a tensão S, a referência da medição:



ÂNGULO ENTRE TENSOES E CORRENTES

Estes ângulos variam de acordo com o fator de potência, conforme a tabela abaixo:

	Valores de Fator de Potência						
	0,86 cap	0,90 cap	0,95 cap	1,0	0,95 ind	0,90 ind	0,86 ind
$I_R V_{RS}$	-0,7°	-4,2°	-12,0°	-30°	+48,2°	+55,8°	+59,3°
$I_S V_{TS}$	-59,3°	-55,8°	-48,0°	+30°	+11,8°	+4,2°	+0,7°

Para a elaboração da tabela acima foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Fator de potência} = \cos j$$

Ângulo entre corrente da fase R e tensão entre as fases R e S = $\cos^{-1} j - 30^\circ$

Ângulo entre corrente da fase T e tensão entre as fases T e S = $\cos^{-1} j + 30^\circ$

Como exemplo, o campo da tabela onde o valor do fator de potência é 0,86 capacitivo:

$$\text{Fator de potência} = \cos j, \text{ portanto } 0,86 = \cos j$$

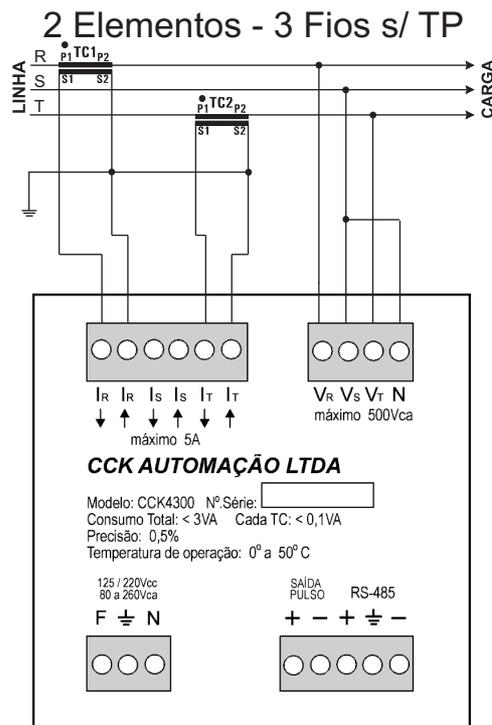
Ângulo entre corrente da fase R e tensão entre as fases R e S = $\cos^{-1} 0,86 - 30^\circ = -0,7^\circ$

Ângulo entre corrente da fase T e tensão entre as fases T e S = $\cos^{-1} 0,86 + 30^\circ = +59,3^\circ$

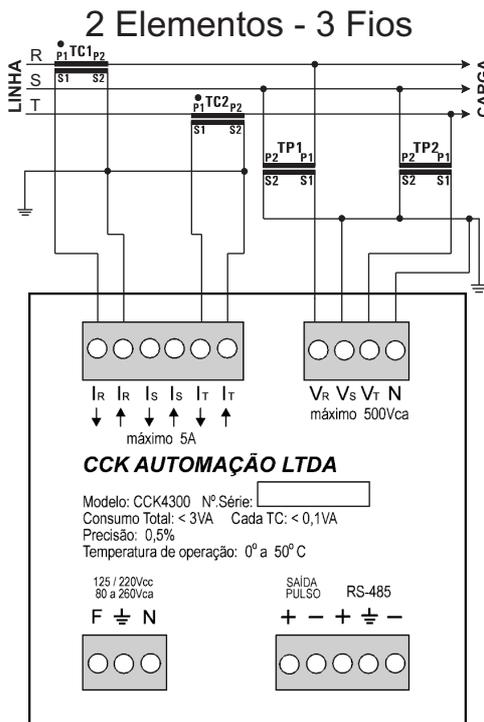
Em caso de ligação invertida no sentido da corrente, fase de tensão trocada com a fase da corrente, ou ambos, os valores dos ângulos entre tensão e corrente serão totalmente discrepantes.

ESQUEMA DE LIGAÇÃO - 2 ELEMENTOS, 3 FIOS

LIGAÇÃO SEM TP'S



LIGAÇÃO COM TP'S



**ATENÇÃO: Faixa de medição de tensão no borne do equipamento: 30 VAC até 500 VAC;
 Faixa de medição de corrente no borne do equipamento: 20 mA até 5 A;**

ALIMENTAÇÃO

No painel traseiro, nos bornes:

F: Fase

N: Neutro

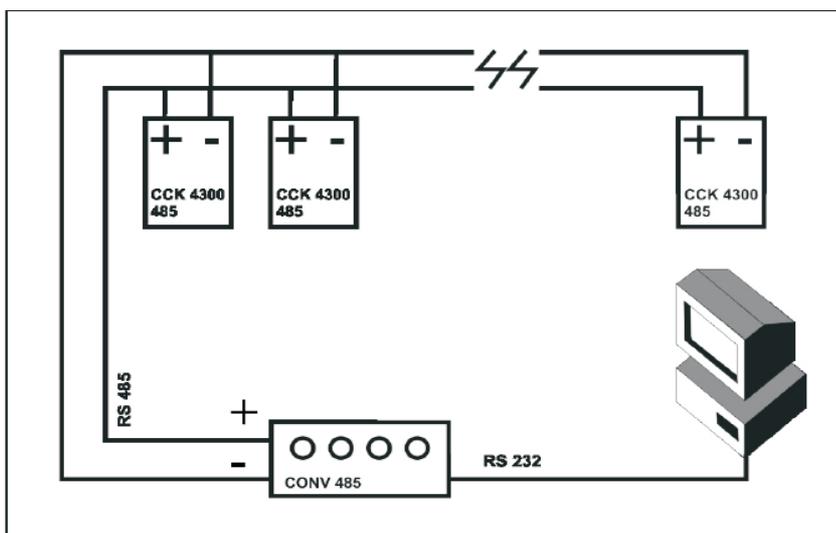
OBS: Recomendamos a ligação do terra no instrumento

Faixa de tensão AC: 80 a 250 VCA (seleção automática de tensão)

Faixa de tensão DC: 125/220 VCC (seleção automática de tensão)

COMUNICAÇÃO RS 485

A comunicação serial RS 485 do CCK 4300 funciona somente com os pinos de (+) e (-), disponíveis no conector RS 485 no painel traseiro do instrumento, bastando ligar as saídas conforme abaixo:



A distância total do medidor CCK 4300 ao módulo conversor CONV 485 não pode ser superior a 1500 metros e o cabo utilizado deve ser do tipo par trançado, blindado, bitola mínima AWG 24. Este cabo deverá estar a uma distância mínima de 2 metros de sinais de tensão acima de 1 KV. A blindagem deverá ser aterrada somente em uma das extremidades. Para a utilização de cabos externos, observar que este deverá estar protegido por eletroduto aterrado.

OBS: Se a ligação para comunicação serial RS 485 for realizada na polaridade invertida, não haverá queima do instrumento, devendo ser corrigida para o correto funcionamento

No painel frontal da unidade CCK 4300 existem dois LED's indicativos da comunicação RS 485:

LED	Cor	Função
Tx	Amarelo	Indica CCK 4300 transmitindo de dados
Rx	Vermelho	Indica CCK 4300 recebendo de dados

OPERAÇÃO

As grandezas apresentadas no display da unidade CCK 4300 estão organizadas em sua memória interna na forma de uma matriz como apresentada a seguir, onde a navegação pelas colunas é feita através das teclas ← e → e pelas linhas das teclas ↑ e ↓

COLUNA LINHA	1	2	3	4
1	VF pri VL pri	VR pri VRS pri	VS pri VST pri	VT pri VRT pri
2	VF pri I pri	VR pri IR pri	VS pri IS pri	VT pri IT pri
3	PtotW VAr	VR sec IR sec	VS sec IS sec	VT sec IT sec
4	P. ap. Freq	VR/VR (graus) IR/IR (graus)	VR/VS (graus) IR/IS (graus)	VR/VT (graus) IR/IT (graus)
5	Fator Potência	IR/VR (graus)	IS/VS (graus)	IT/VT (graus)
6	Wh (+)			
7	Wh (-)			
8	VArh (+)			
9	VArh (-)			

Exemplos de navegação:

- 1) Se estiver sendo apresentada no display a grandeza VF pri e VL pri e for acionada a tecla → o display passará a apresentar as grandezas VR pri e VRS pri.
- 2) Se estiver sendo apresentada no display as grandezas VR pri e VRS pri e for acionada a tecla →, o display passará a apresentar a grandeza VR pri e IR pri.
- 3) Se estiver sendo apresentada no display a grandeza IR/VR (graus) e for acionada a tecla ↑ o display passará a apresentar as grandezas VR/VR (graus) e IR/IR (graus).

OBS: O acionamento da tecla ESC a partir de qualquer posição faz com que a unidade CCK 4300 apresente no display a grandeza VF med e VL med, posição 1-1 (linha 1, coluna 1) da matriz de grandezas.

PROGRAMAÇÃO

Para entrar no modo programação, o usuário deverá pressionar a tecla PRG, selecionar qual parâmetro será programado através das teclas ↑ e ↓, que são os seguintes:

PARAMETROS PROGRAMÁVEIS	Função	Prog. de fábrica
TP primário	Relação de transformação entre o primário e secundário do transformador de potencial (TP), podendo ser programado entre 1 V a 999kV,	110V
TP secundário	Relação de transformação entre o primário e secundário do transformador de potencial (TP), podendo ser programado entre 1 V a 999kV,	110V
TC primário	Relação de transformação entre o primário e secundário do transformador de corrente (TC), podendo ser programado entre 1 V a 999kA,	5A
Modo de ligação	Tipo de ligação que está sendo realizado: 3 elementos ou 2 elementos, 3 fios (vide CONEXÕES ELÉTRICAS);	3 elementos
Endereço RTU	O endereço RTU poderá variar de 1 a 255, de acordo com a necessidade do usuário. Quando na utilização de várias unidades CCK 4300 em uma única linha de comunicação, programar as unidades com RTU's diferentes para que não ocorra conflito de comunicação de dados	Valor aleatório
Velocidade de comunicação	A velocidade de comunicação pode ser programada entre 1200 a 38400 bps, duplicando a velocidade para cada acionamento da tecla (1200, 2400, 4800, 9600, 19200 e 38400);	9600 bps
Frequência nominal	Frequência de operação na rede elétr-ca. No Brasil, 60 Hz.	60 Hz
Reset nos contadores de energia	Volta a zero os contadores de energia do CCK 4300: Wh +, Wh - , Varh ind e Varh cap	Valor aleatório

Quando atingir o parâmetro que se deseja programar, pressionar novamente a tecla PRG e forneça a seguinte SENHA: ↑, ↓, ←, →, ↑, ↓

OBS: o acionamento da tecla é confirmado com * no DISPLAY;

Para qualquer parâmetro que venha a ser programado, a seleção dos valores e campos será realizada através das teclas de setas e $\bar{}$, sendo que, o pressionamento contínuo destas teclas, alteram o valor do campo que está sendo programado de forma acelerada.

A confirmação dos parâmetros programados será através do acionamento da tecla PRG, quando deverá ser apresentada a mensagem:

PROGRAMAÇÃO EXECUTADA !!!

Confirmando a execução e saída do modo de programação;

Quando na função RESET NOS CONTADORES DE ENERGIA, após a entrada de parâmetros, a execução da função deverá ser confirmado com o acionamento da tecla PRG;

O acionamento da tecla ESC no modo entrada de parâmetros causa o retorno para o MODO DE PROGRAMAÇÃO sem a alteração de valores;

PROTOCOLO MODBUS

OPERAÇÃO DE SAÍDA SERIAL

Função	Descrição
Velocidade de comunicação (bps) Velocidade de fábrica: 9600 bps	Programado pelo usuário através do teclado do instrumento, podendo estar nas velocidades de 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 ou 38400;
Comprimento de dados	8 bits
Paridade	Sem paridade
Stop bits	1

Tamanho dos dados (DataBits): 8

Paridade (Parity): None

Bits de parada (StopBits): 1

OBS: O intervalo entre os dados não pode ser maior que 3,5 caracteres

Para cada byte transmitido, são mandados 8 bits mais 2 bits que são: Start bit e Stop bit. Exemplo:

1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
Start bit			8 bits referentes ao byte transmitido						Stop bit

PARA LEITURA DE DADOS

MENSAGEM QUE DEVE SER ENVIADA AO CCK 4300

RTU	FUNC	HO DATA START ADDR	L.O DATA START ADDR	QUANTIDADE DE REGS (HO E LO)		CRC 16 LO	CRC HO
BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE

RTU: endereço da unidade CCK 4300;

FUNÇÃO: 03 para leitura até 125 words;

H.O, L.O ADDR: endereço de escrita/leitura (HO - HIGH ORDER: superior e LO - LOW ORDER: inferior) de dados na memória da unidade remota;

QUANTIDADE: quantidade de words para leitura (até 125)

CRC 16: low e high;

RESPOSTA DO CCK 4300

RTU	FUNC	BYTE CNT	DATA	DATA	----- --	----- --	----- --	CRC 16 LO	CRC HO
BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	----- --	----- --	----- --	BYTE	BYTE

RTU: endereço da unidade remota;

FUNÇÃO: 03;

BYTE CNT: quantidade de bytes que serão enviados (até 250);

CRC 16: low e high

PARA ESCRITA DE DADOS (PROGRAMAÇÃO DE PARÂMETROS)

MENSAGEM VINDA DO PC

RTU	FUNC	H.O. ADDR	L.O ADDR	QUANTIDADE		BYTE CNT	DATA	DATA	----- --	CRC 16 LO	CRC HO
BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	----- --	BYTE	BYTE

RTU: endereço da unidade remota;

FUNÇÃO: 16 para escrita de até 125 words;

H.O, L.O ADDR: endereço de escrita/leitura (superior e inferior) de dados na memória da unidade remota;

QUANTIDADE: quantidade em WORD's que será escrito/lido no equipamento;

BYTE CNT: quantidade de bytes que será lido/escri

CRC 16: low e high;

RESPOSTA DO CCK 4300

RTU	FUNC	H.O. ADDR	L.O ADDR	QUANTIDADE		CRC 16 LO	CRC HO
BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE	BYTE

CÁLCULO E UTILIDADE DO CRC (CICLICAL REDUNDANCE CHECK)

Para se calcular o CRC existe um algoritmo específico, descrito a seguir, que envolve todos os bytes que serão transmitidos, desde o endereço até o último byte.

1. Preencha um registro de 16 bits com o 1's (0xFFFF)
2. Faça um OR EXCLUSIVE entre o registro (LSB) e o byte de transmissão;
3. Desloque o registro obtido 1 bit a direita;
4. Se o bit menos significativo do registro for igual a 1, faça um OR EXCLUSIVE com os seguintes 16 bits:

10100000	00000001
MSB	LSB

5. Repita os passos 3 e 4 oito vezes;
6. Repita os passos 2, 3, 4 e 5 para todos os bytes da mensagem;
7. Conteúdo final do registro é o valor do CRC que transmitido no final da mensagem começando com o byte menos significativo;

A seguir apresentamos um código em C com a implementação deste algoritmo:

```
// contador = número de bytes da mensagem
// testa CRC-16
crc16_teste 0xffff;
if (contador>2)
{
    for(i=0; i < contador; i++)
    {
        crc16_teste polydiv(*(prx + i), 0xa001, crc16_teste);
    }
    if(crc 16 != crc16_teste)
    {
        rx_erro = CKS_ERRO;
    }
}
/-----polydiv-----;
//;
// CRC16_REV ;
//;
/-----;
WORD polydiv(WORD data, WORD genpoly, WORD accum)
{
    static int i;
    data <<= 1;
    if((data^accum) & 0x0001)
    {
        accum = (WORD)((accum >> 1) ^ genpoly);
    }
    else
    {
        accum >>= 1;
    }
}

return(accum);
}
```

No caso de uma recepção, deve-se retirar os 2 últimos bytes do frame (CRC recebido) e calcular o CRC do restante do frame para poder ser comparado aos 2 últimos bytes recebidos que é o CRC. O CRC é utilizado para garantir que o que foi transmitido é exatamente o que foi recebido, ou seja, nenhuma interferência afetou os dados na rede.

ENDEREÇOS PARA LEITURA MODBUS

COMANDOS DE ESCRITA PARA PROGRAMAÇÃO DE PARÂMETROS (ENDEREÇO X0100)

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO
x0102	Reset no contador de Wh+	1 byte
	Reset no contador de Wh-	1 byte
	Reset no contador de VARh+	1 byte
	Reset no contador de VARh-	1 byte

COMANDOS DE LEITURA DE DADOS (ENDEREÇO X0200)

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO (bytes)
x0200	Totalizador de 100 miliwatt hora – Wh +	4
x0202	Totalizador de 100 miliwatt hora – Wh -	4
x0204	Totalizador de 100 milivar hora – VARh +	4
x0206	Totalizador de 100 milivar hora – VARh -	4
x0208	Tensão atual da fase R (Vx10)	2
x0209	Tensão atual da fase S (Vx10)	2
x020A	Tensão atual da fase T (Vx10)	2
x020B	Tensão média das fases (Vx10)	2
x020C	Corrente da fase R (I x1000)	2
x020D	Corrente da fase S (I x1000)	2
x020E	Corrente da fase T (I x1000)	2
x020F	Corrente média das fases (I x1000)	2
x0210	WATT (x 1)	2
x0211	Potência reativa total VAR (x 1)	2
x0212	Fator de potência médio (x 1000)	2
x0213	Frequência atual (x 100)	2
x0214	ângulo entre tensão e corrente da FASE R (x 1)	2
x0215	ângulo entre tensão e corrente da FASE S (x 1)	2
x0216	ângulo entre tensão e corrente da FASE T (x 1)	2
x0217	ângulo tensão da FASE R	2
x0218	ângulo tensão da FASE S	2
x0219	ângulo tensão da FASE T	2
x021A	Potência aparente total VA (x 1)	2
x021B	Versão do FIRMWARE (0x1.0x02)	2
x021C	Não utilizado	1
x021D	Relação de TP primário	1
x021E	Relação de TP secundário	1
x021F	Relação de TC primário	1
x0220	Expoente TP prim/ TP secundário	1
x0221	Expoente TC prim/ TP modo de ligação	1
x0222	Tensão $V_R - V_S$	1
x0223	Tensão $V_S - V_T$	1
x0224	Tensão $V_T - V_R$	1
		65