

# Mediciones Eléctricas en Media Tensión

Expositor : Andrés Núñez

Presentación en el IEUASD el 28 de agosto 2025



# Introducción

Hoy vamos exponer sobre los equipos de medidas en la media tensión, utilizados en Los suministros de la cartera de los grandes clientes, del tipo industrial y zona franca, empresas e instituciones, totalizadores y en el programa de medición Neta.

El objetivo es, describir los equipos de medidas resaltando las características técnicas mas relevantes, funcionalidad y su aplicación.

# Medición en media tensión

- Una medición en media tensión, es el conjunto de equipos, dispositivos y elementos eléctricos, necesario para medir ,registrar y contabilizar la energía en un tiempo determinado:
- En un suministro de un cliente para fines de facturación.
- En un totalizador, para fines de análisis de energía.
- En la barra de circuito para balance de energía

# Elementos de la media tensión

- Los componentes de la medición de un suministro de grandes clientes:
- Los medidores electrónicos, multifuncionales con memoria masiva para el perfil de carga.
- Transformadores para instrumentos de medida en la medición indirecta.
- Elemento de comunicación, para descarga las datas de los medidores, a través de la lectura remonta.



Fuente: Manual de medidores Itron

# Medidor multifuncional

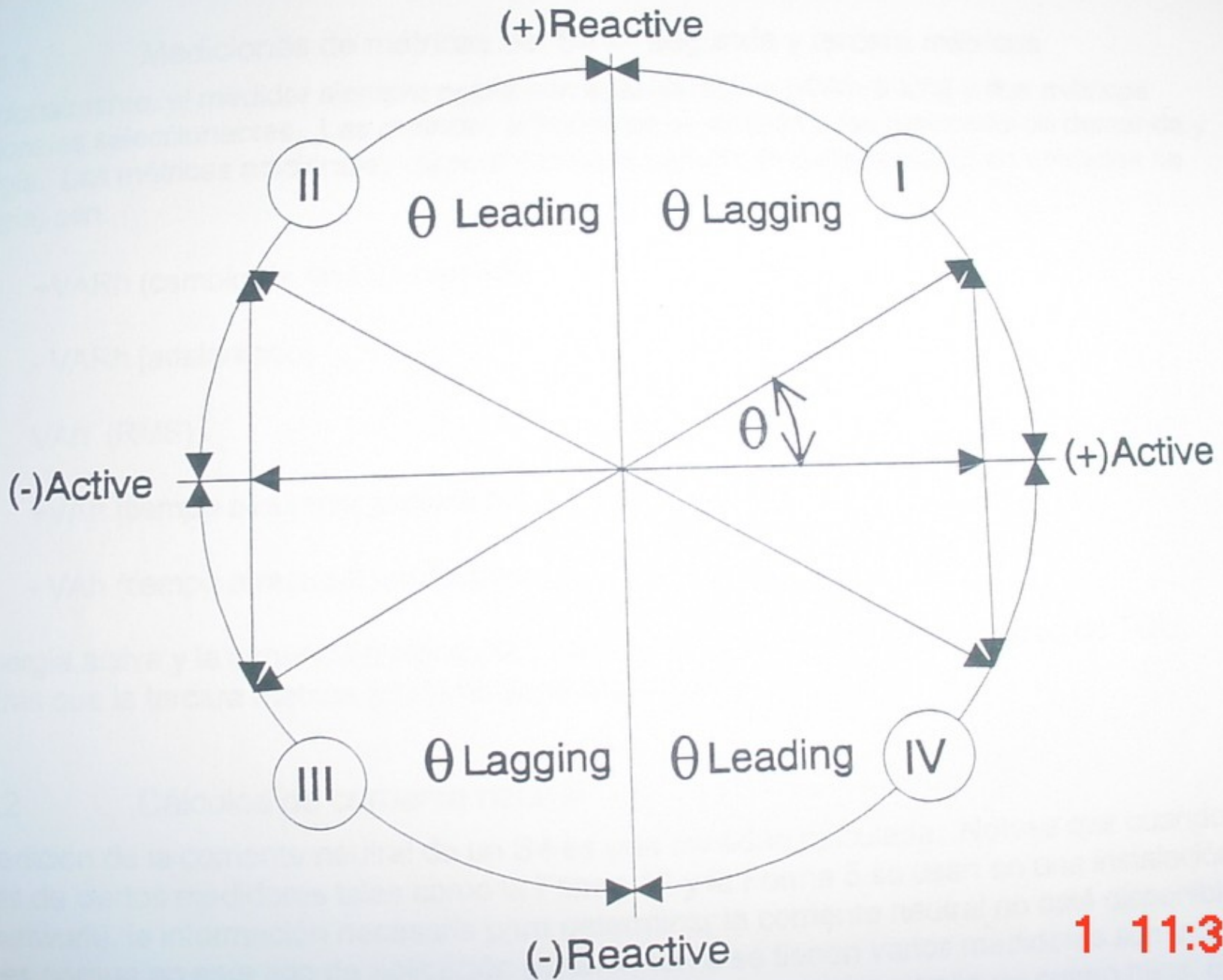
- Medidor de estado solido multifuncional
- Capaz de registra y almacenar datos de energía activa y reactiva, aparente ,tensión y corriente , para fines de presentar la factura mensual a los clientes con la energía, potencia y factor de potencia, consumido en un periodo de facturación.
- Posee una memoria masiva para el perfil de carga, para almacenar los datos a intervalo de 15 minutos durante mas de 60 días.
- Con sistema de comunicación remota para descargar los registros desde una estación maestra, para facturación, análisis y gestión.

# Medidor multifuncional

- La amplia variación dinámica de voltaje desde 120V hasta 480V y las técnicas de consolidación de formas, permiten que el Medidor electrónico sea usado en una amplia variedad de instalaciones, tanto conexión estrella como en Delta.
- El medidor detectara automáticamente el tipo de servicio y voltaje mostrando la información en la pantalla.

# Indicadores en Pantalla

- En la pantalla del medidor podemos apreciar:
- Indicadores de potencial:  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  esta herramienta nos indican en pantalla cuando falta una de las señales de tensión.
- Un indicador de cuadrante de potencia, nos da un aviso del comportamiento del flujo de la energía, activa y activa.
- Indicador de la conexión, estrella o delta(  $Y$   $\Delta$  )
- Indicador del nivel de tensión del servicio, 120V o 240V



# Disponibilidad según Normas ANSI e IEC

- Están disponibles Normas ANSI las siguientes formas básicas de base-S ( Zócalo).
- Medición con transformadores
- Clase 20 FM8/9S,FM45S,FM36S,FM5S/35S
- Para los Grandes Clientes
- Auto-contenido
- FM12S,FM15/16S ,Para medición Neta
- Disponibles Normas IEC
- Base-A: FM10A,FM 45A,FM36A Grandes Clientes

# Características avanzadas

- El medidor , tiene la capacidad de grabar cualquier combinación de las siguientes métricas.
- kWh (enviado)
- kWh (recibido)
- kVArh
- kVAh adelantado
- Voltajes por fase , $V_a$  ,  $V_b$  ,  $V_c$
- Altibajos (picos, valles)de voltaje
- Amperios por fase , $I_a$ , $I_b$ , $I_c$
- Amperios de corriente de neutro
  
- Medir, registrar y grabar integrando cada 15 minutos esas métricas.

# Medidor multifuncional

El medidor electrónico multifuncional

Proporciona confiabilidad y datos de facturación precisos.

Sistema completo de monitoreo en tiempo real de voltaje y corriente y datos de carga que cuenta con alertas de eventos.

Es ideal y aplica para medir el consumo de energía de los clientes con suministro en Tarifas:

BTD,BTH,MTD1,MTD2,MTH

Y en clientes con programas de medición Neta.



# Medidor multi-tarifas, tarifa horaria

- El medidor Multi-tarifas. Posee las características que le permiten ser programado para mostrar lecturas basadas en consumos en varios tiempos diferentes, durante 24 horas cada día del mes, durante años.
- Tenemos dos tipos de tarifas, en Horas-Pico y fuera de Pico.
- El periodo de hora pico inicia a las 19:00h hasta 24:00h
- El periodo fuera de pico inicia a las 00:00h hasta las 16:59h

# Transformadores de Medida

- **Definición**
- **Transformadores de medida**: Son los transformadores destinados a alimentar instrumentos de medida, contadores, relés y otros aparatos análogos.
- **Objetivo** : Su función, reducir a valores no peligrosos y normalizados , las características de tensión e intensidad de una red eléctrica.
- Proporcionando una conexión indirecta entre los instrumentos de medidas y los circuitos de la alta tensión, asegurando la operatividad sin riesgo algo para el operario.

# Transformadores de Medida

**Transformadores de intensidad TI**, los cuales la intensidad secundaria es, en las condiciones normales de uso, prácticamente proporcional a la intensidad primaria y desfasada con relación a la misma un ángulo próximo a cero, para un sentido apropiado de las conexiones.

**Transformadores de tensión TT**, los cuales la tensión secundaria es, en las condiciones normales de uso, prácticamente proporcional a la tensión primaria y desfasada con relación a la misma un ángulo próximo a cero, para un sentido apropiado de las conexiones



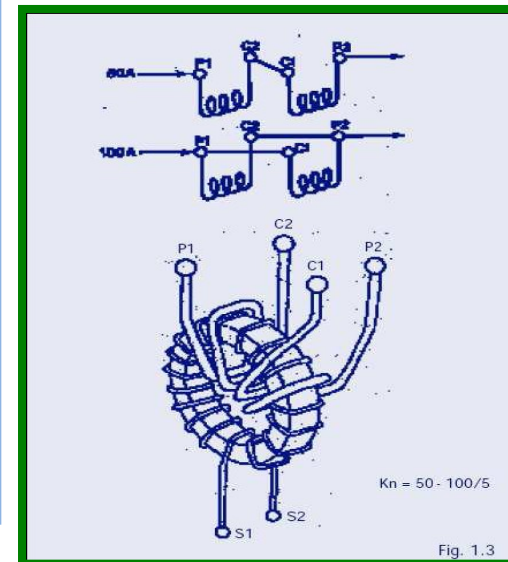
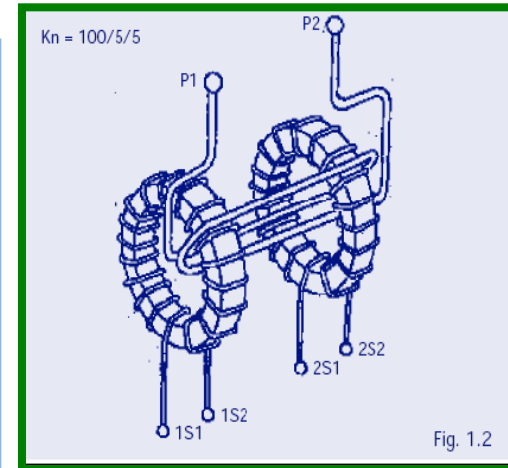
# Transformadores de Intensidad

- **Generalidades**
- **El primario** de un transformador de intensidad (CT) consta de una o varias espiras, que se conectan en serie con el circuito cuya intensidad se desea medir.

- El secundario alimenta los circuitos de intensidad de uno o varios aparatos de medida conectados en serie.

**Tipo exterior:** Para uso sobre plataforma o en crucetas.

- **Tipo interior:** Para uso en celda de media tensión



# Transformadores de Medida



Fuente: Manual Transformadores TAIT

# Transformador de intensidad

Localización de la Instalación: Interior / Exterior



# Tensión nominal de Servicio

- **Voltaje del Sistema o Voltaje Nominal**
  - **Voltaje línea a línea.**
    - 34,500 V línea a línea**
    - 12,470 V línea a línea**
    - 4,160 V línea a línea**

# Clase de precisión

- La clase de precisión de un transformador de intensidad para medida, esta caracterizada por un numero (índice de clase) que es el limite de del error de relación, expresado en tanto por ciento.
- Las clases de precisión son: 0.1 0.2 0.5 1 y 3
- Transformadores de gama extendida: aquellos cuyas características de precisión y calentamiento se extienden a valores de la intensidad primaria, superiores al 120% de la nominal
- Para aplicaciones especiales, en los Cts de clase 0.2 y 0.5 con  $I_{sn}=5A$  puede extenderse la precisión hasta el 1% de  $I_{pn}$ . Pasando las clases a denominarse 0.2S y 0.5S

# Normas Internacionales IEC

**Tabla 8.8 Normas CEI-UNE / Table 8.8 IEC and UNE standards.**

Clase de precisión Accuracy class	Error de relación en %, para los valores de la intensidad expresados en % de la intensidad nominal $\pm \epsilon_i$ % $\pm$ Percentage current (ratio) error at percentage of rated current shown below					Error de fase para los valores de la intensidad expresados en % de la intensidad nominal $\pm \delta_i$ % $\pm$ Phase displacement at percentage of rated current shown below							
						Minutos / Minutes				Centirradiantes / Centiradians			
	5	20	100	120		5	20	100	120	5	20	100	120
0,1	0,4	0,2	0,1	0,1		15	8	5	5	0,45	0,24	0,15	0,15
0,2	0,75	0,35	0,2	0,2		30	15	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3
0,5	1,5	0,75	0,5	0,5		90	45	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9
1,0	3,0	1,5	1,0	1,0		180	90	60	60	5,4	2,7	1,8	1,8

**Tabla 8.9 Normas CEI-UNE (Gama extendida) / Table 8.9 IEC and UNE standards. (Extended range).**

Clase de precisión Accuracy class	Error de relación en %, para los valores de la intensidad expresados en % de la intensidad nominal $\pm \epsilon_i$ % $\pm$ Percentage current (ratio) error at percentage of rated current shown below					Error de fase para los valores de la intensidad expresados en % de la intensidad nominal $\pm \delta_i$ % $\pm$ Phase displacement at percentage of rated current shown below									
						Minutos / Minutes					Centirradiantes / Centiradians				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0,2 S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3	0,3
0,5 S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9	0,9

Únicamente aplicable a aparatos con intensidad secundaria nominal de 5A. /  
Applicable only to transformers having a rated secondary current of 5A.

Fuente: Manual transformadores de medida Artech

# Tabla para Selección de los Cts.

FULL LOAD CURRENT IN AMPERES, THREE-PHASE CIRCUITS

Voltage L-to-L	kVA													
	15	30	45	75	112.5	150	225	300	500	750	1000	1500	2000	2500
208	41.64	83.27	124	208	312	416	624	832	1387	2081	2775	4163	5551	6939
240	36.09	72.17	108	180	270	360	541	721	1202	1804	2405	3608	4811	6014
480	18.04	36.09	54.13	90.21	135	180	270	360	601	902	1202	1804	2405	3007
2400	3.61	7.22	10.83	18.04	27.06	36.09	54.13	72.17	120	180	240	360	481	601
4160	2.08	4.16	6.25	10.41	15.61	20.82	31.23	41.64	69.40	104	138	208	277	346
4800	1.80	3.61	5.41	9.02	13.53	18.04	27.06	36.09	60.14	90.21	120	180	240	300
7200	1.20	2.41	3.61	6.01	9.02	12.03	18.04	24.06	40.09	60.14	80.19	120	160	200
8320	1.04	2.08	3.12	5.20	7.81	10.41	15.61	20.82	34.70	52.05	69.40	104	138	173
12,000	0.72	1.44	2.17	3.61	5.41	7.22	10.83	14.43	24.06	36.09	48.11	72.17	96.23	120
12,470	0.69	1.39	2.08	3.47	5.21	6.95	10.42	13.89	23.15	34.73	46.30	69.45	92.60	115
13,200	0.66	1.31	1.97	3.28	4.92	6.56	9.84	13.12	21.87	32.80	43.74	65.61	87.48	109
14,400	0.60	1.20	1.80	3.01	4.51	6.01	9.02	12.03	20.05	30.07	40.09	60.14	80.19	100
34,500	0.25	0.50	0.75	1.26	1.88	2.51	3.77	5.02	8.37	12.55	16.74	25.10	33.47	41.84

$$\text{Full load current} = \frac{\text{kVA} \times 1000}{1.732 \times \text{voltage (line-to-line)}}$$

# Transformadores de tensión

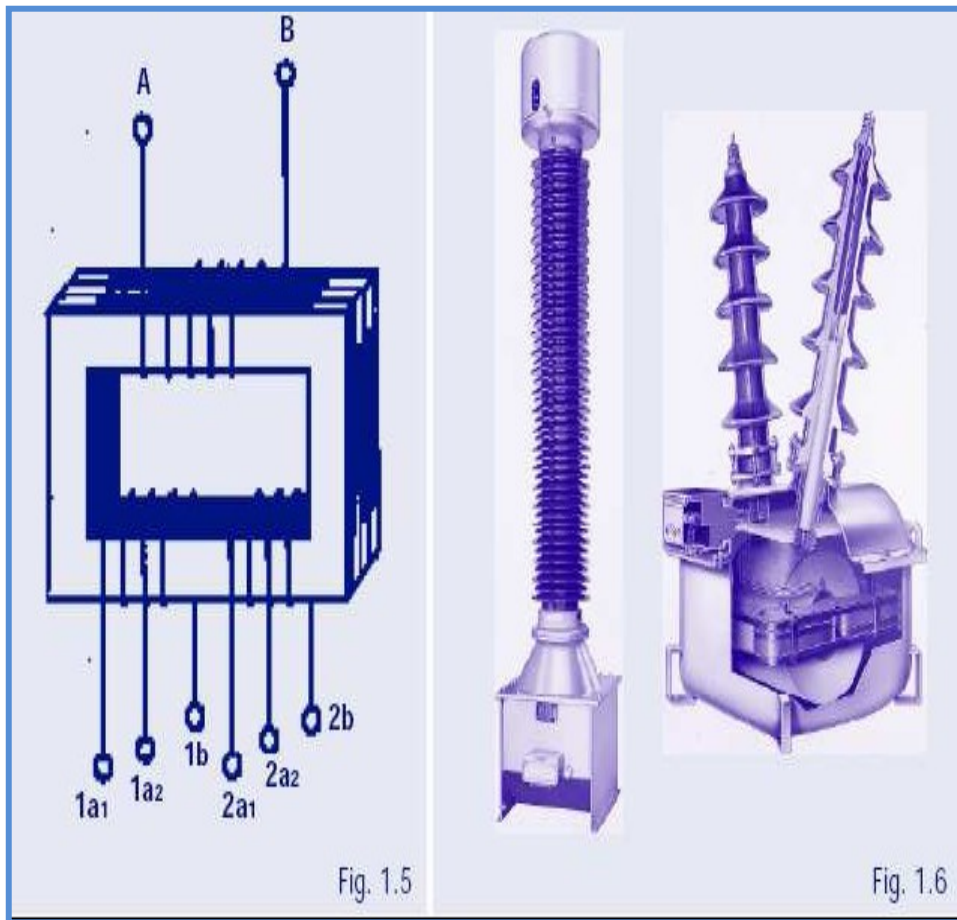
## Generalidades

Transformador de tensión (T T), el devanado primario se conecta en paralelo de los bornes del circuito que se desea medir.

Pueden estar destinados a medir la tensión entre dos fases, conexión en delta.

Para medir entre fase y tierra, conexión en estrella, en este caso uno de los terminales primario está conectado a tierra interna externamente al transformador.

# Transformadores de tensión



Fuente: Manual Transformadores Arteché

Fuente: Manual Transformadores TAIT

# Niveles de voltaje en medida Tension

## **Voltajes Nominales**

- » **4160/1.732 Y** , de línea a neutro en el primario, 120 V en el secundario
- » 12,470 V/1.732 de línea a neutro tension nominal primario ,120V secundario
- » 34,500/1.732 de línea a neutro tensión nominal,120V en secundario

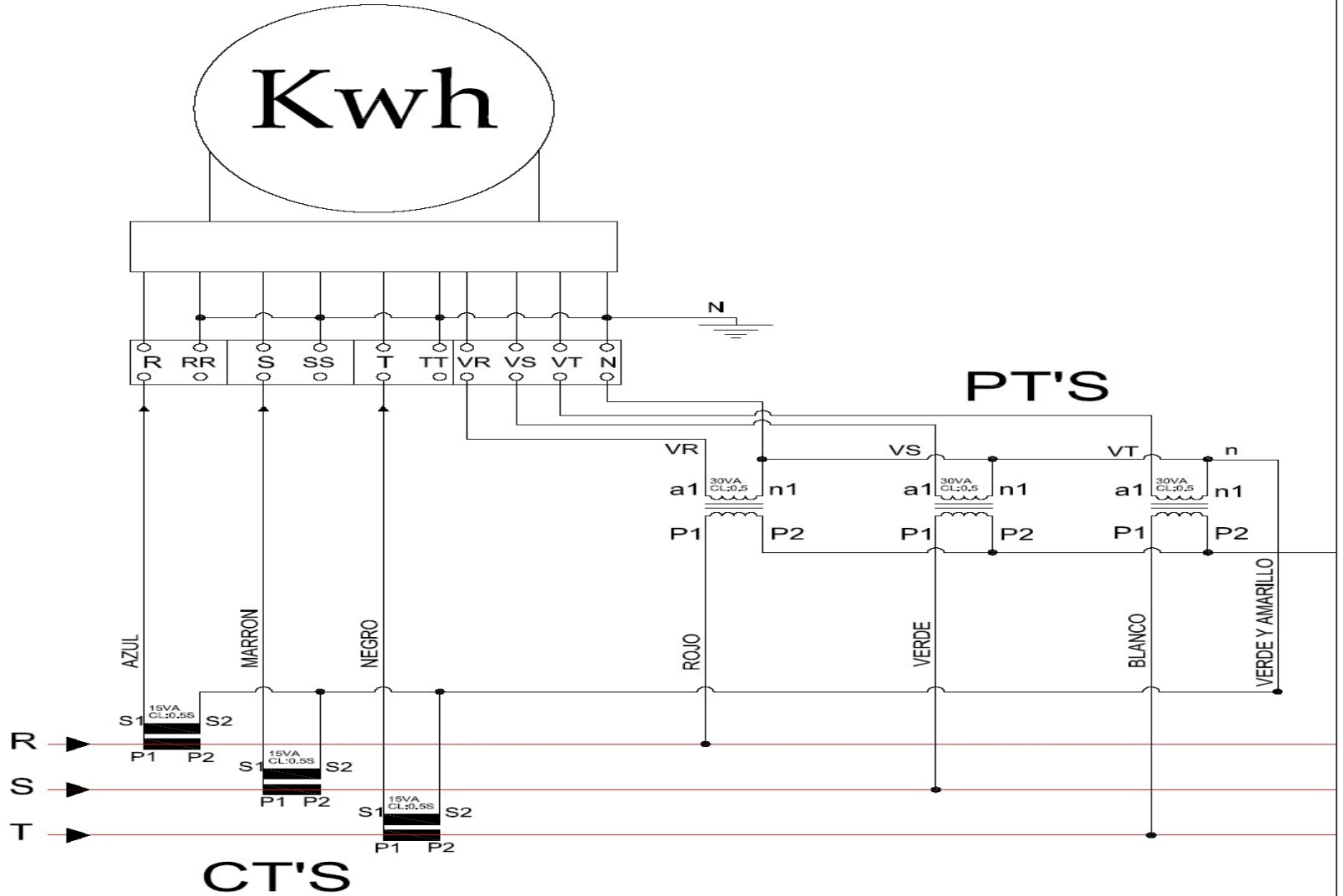
# Cliente Comercial



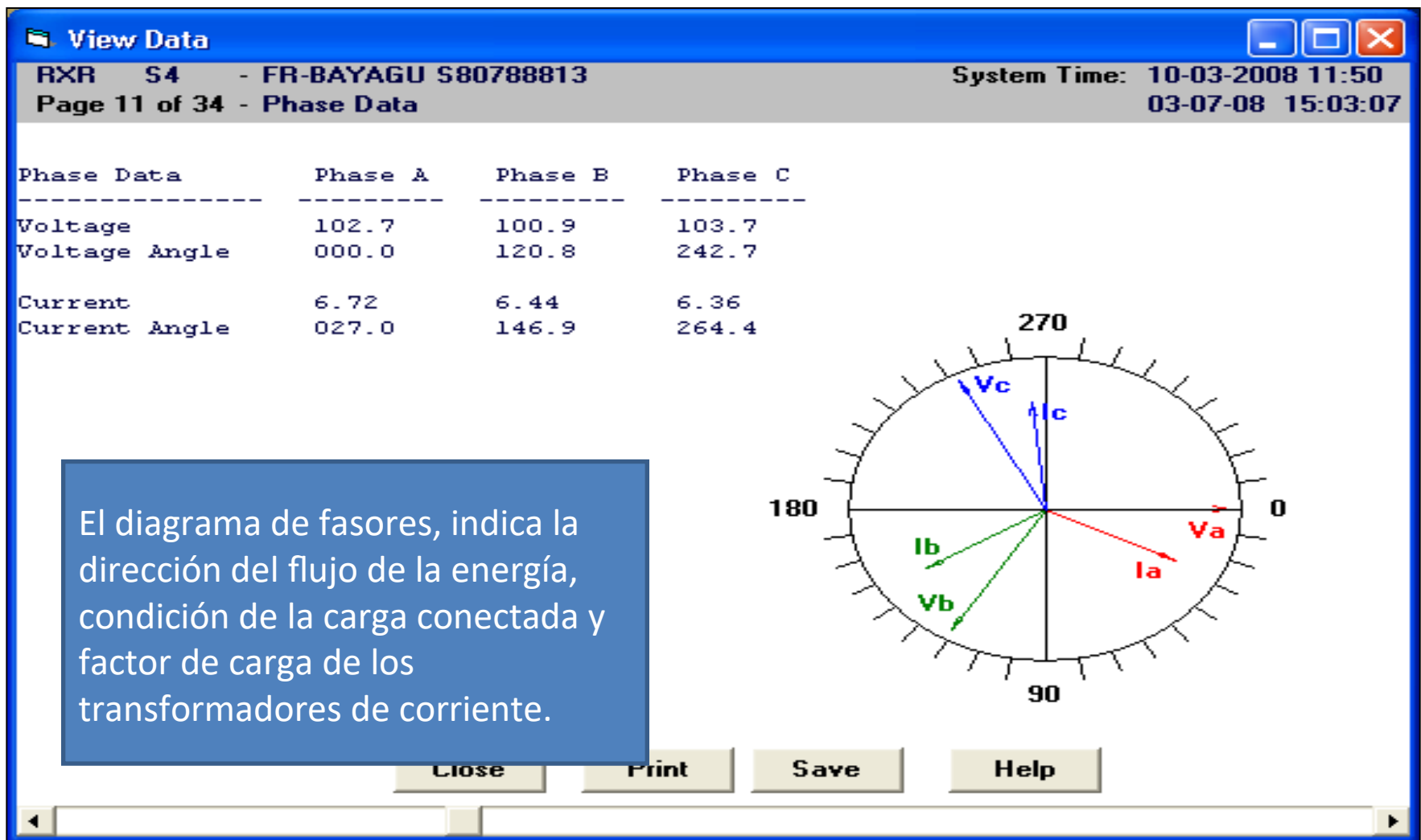
Fuente:Manual de medidores  
Elster

# Diagrama de conexion

CONEXIONADO DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA 3φ EN MT



# Diagrama de fasores



# Sistema de medición Neta

Programa de Medición Neta:

- Servicio provisto por la Distribuidora a los clientes con sistema de generación propia, que utilicen Fuentes Renovables de Energía, interconectados a sus redes distribución de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 20 de la Ley 57-07.
- Este servicio permite el flujo de electricidad hacia y desde las instalaciones del cliente a través del medidor de facturación bidireccional.

## Medidor energía Neta, cliente residencial

- La Distribuidora instalara un medidor apropiado para el programa de Medición Neta. Este incluirá las funciones de lecturas bidireccional y de perfil de carga histórico, esencial para registrar la energía entregada al sistema eléctrico de la Distribuidora, la energía recibida por el cliente y realizar auditorias periódicas.
  - 1 Medidores para Clientes Residenciales conectados a nivel de voltaje de la Distribuidora en secundario. 120,240V
    - a) Totalmente electrónico
    - b) Bidireccional, con lecturas separadas de energía recibida y entregada.
    - c) Con memoria para grabar el consumo a intervalos de una hora con un mínimo de dos canales de memoria ,kWh entregados y kWh recibidos
    - d) Capaz de comunicarse a través del sistema de medición remota de la distribuidora.

# Medidor para Medición Neta residencial

Medidor electrónico, programable multifuncional

Directo a línea Clase 200, 3 hilos , tipo socket FM 12 S 120/480V

Con memoria masiva ,para grabar .  
Energía activa entrante y saliente  
Energía reactiva entrante y saliente  
Tensión y corriente

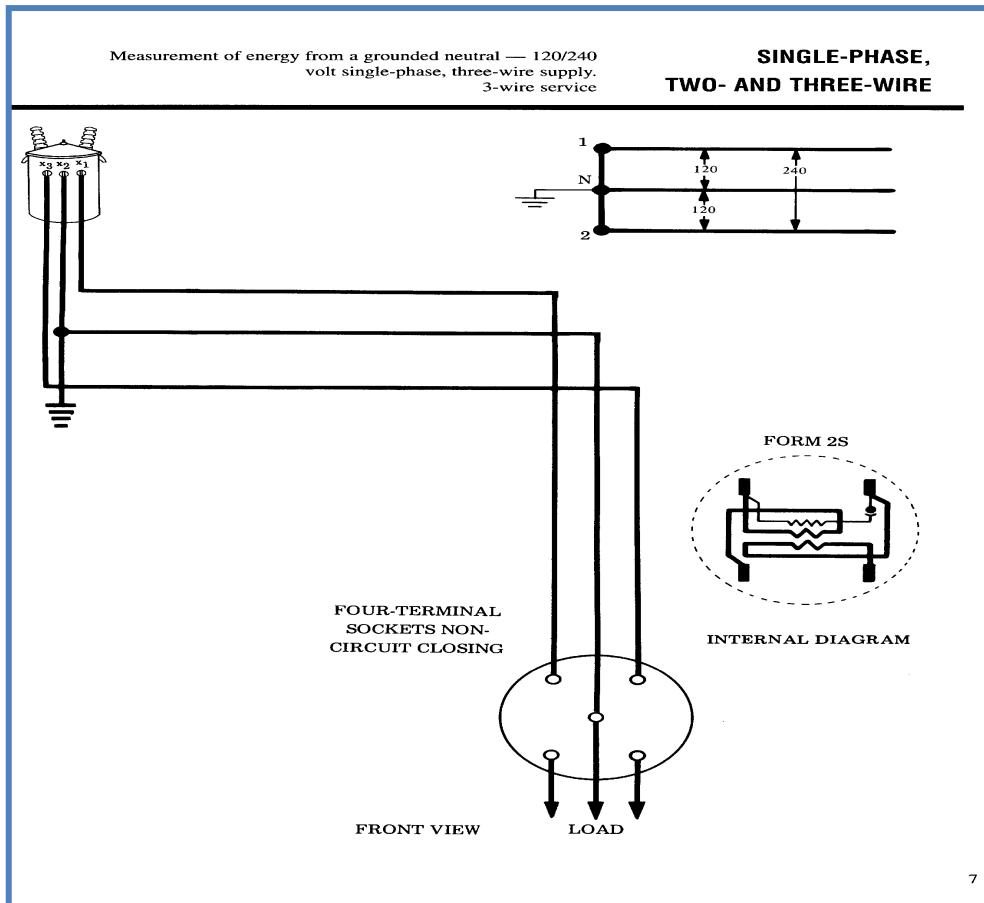
Modem interno incluido para lectura remota

## Requisitos

**a)** Conectados a un nivel de tensión de distribución secundario 120/240V

**b)** Una fuente de eneración de energía renovable con una potencia instalada no mayor de 25 kW

# Medición directa , 1Ø 3 hilos



Este servicio 1Ø podemos medirlo  
De forma directa  
Un Medidor de 5 clips auto contenido  
FM 12S Clase 200,3 hilos  
120/480V.

## Medidor energía Neta, en media tensión

### 2 Medidores para Clientes Conectados en media Tensión MT

(4.16, 7.2, ó 12.47 kV), se energizaran a través de Transformadores de Corriente (Cts.) y transformadores de tensión (Pts.) .

- a) Totalmente electrónico
- b) Con medición en cuatro cuadrantes, midiendo energía real o activa reactiva recibida y entregada.
- c) Con memoria para grabar un mínimo de (60) días de consumo a intervalos de (15) minutos con un mínimo de 5 canales de memoria ,kWh entregados kVArh entregados ,kWh recibidos y kVArh recibidos .
- d) Capaz de comunicarse a través del sistema de medición remota de la distribuidora.

# Medidor para Medición Neta Comercial



**Medidor electrónico**, programable multifuncional

Para medición indirecta Clase 20, 4 hilos , tipo socket FM 89 S , 120/480V

**Con memoria masiva** ,para grabar .  
Energía activa entrante y saliente  
Energía reactiva entrante y saliente  
Tensión y corriente

**Modem interno** incluido para lectura remota

## Requisitos

a) Conectado en la red Media tensión (4,160, 7200, 12,470 V), medido con transformadores corrientes TCs. y Transformadores de Tensión TPs.

b) Una fuente de generación de energía renovable con una potencia instalada no mayor de 1MW

Fuente:  
Manual de medidores Itron

## Cliente Comercial Medición Neta

**Un medidor electrónico bidireccional** con lecturas separadas de energía activa y reactiva recibida y entregada, Clase 20, 4 hilos tipo zócalo.

**Con memoria** Con 5 canales mínimo para grabar el consumo a intervalos de cada 15 minutos.

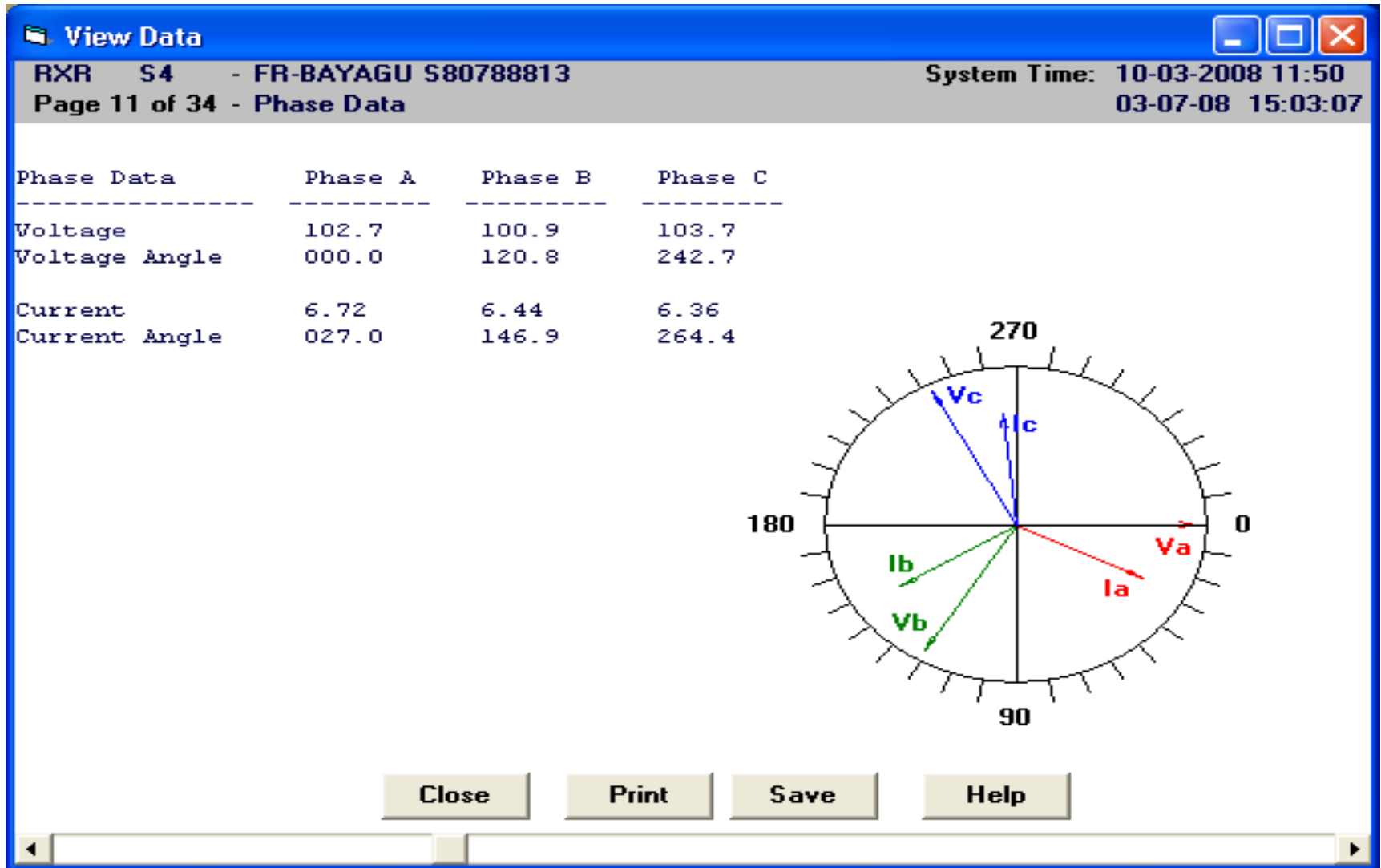
Energía activa entregada, kWh entregados,  
Energía activa recibida kWh recibidos  
Energía reactiva entregada kVARh  
Energía reactiva recibida kVARh

**Sistema de comunicación con un modem**  
GPRS para descargar los datos de la memoria del medidor, desde la estación maestra.

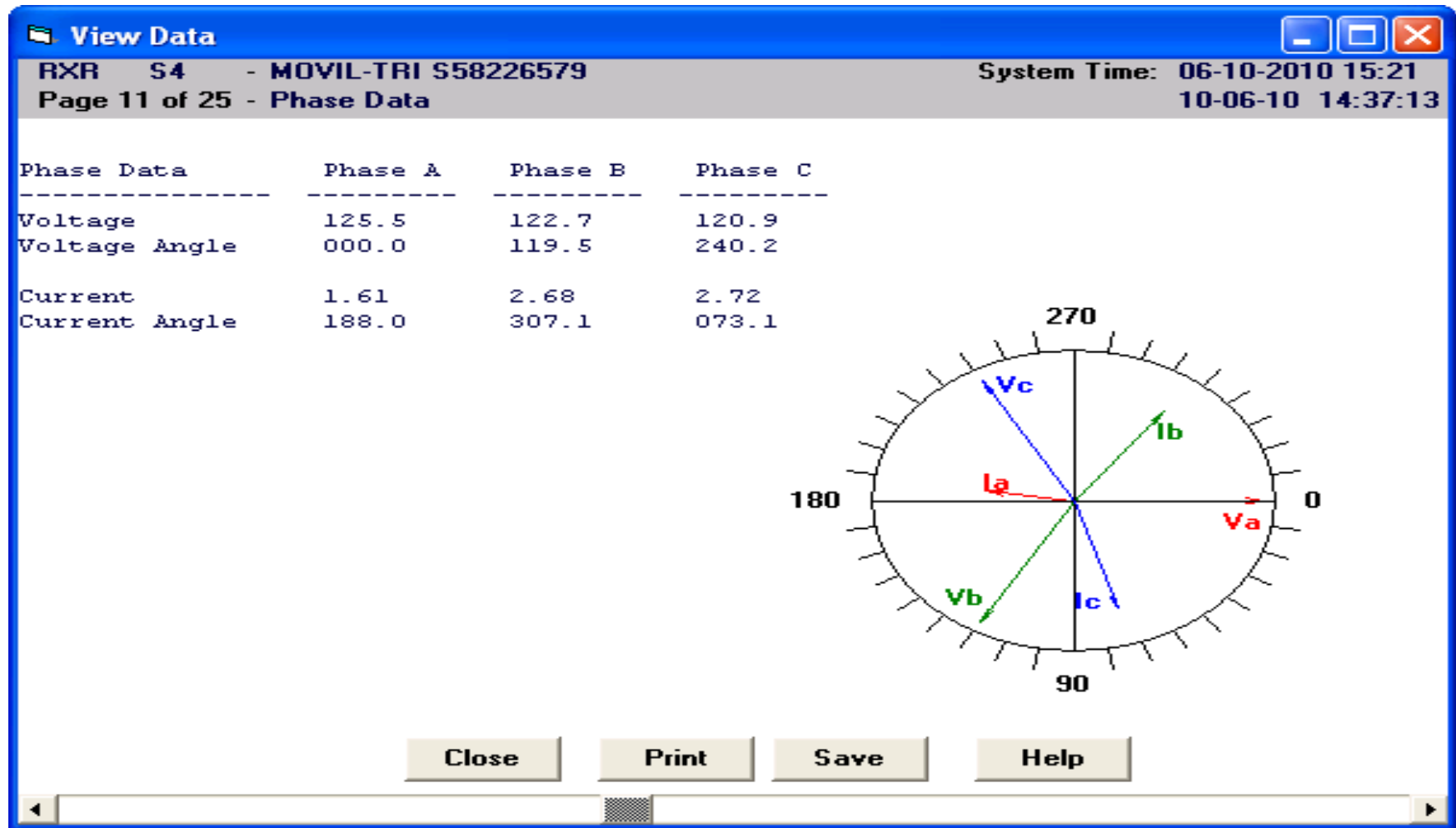




# Diagrama de fasores



# Diagrama fasorial, energía entrante



# Ejemplo despliegue Pantalla de un medidor Medición Neta

- Present date Fecha
- Present time
- Current Billing Total kWh-Del
- Current Billing Total kWh-Rec
- Current Billing Total kVARh-Del
- Current Billing Total kVAh-Del
- Current Billing Maximum kVA-Del
- Current Billing Maximum kW-Del
- Current Billing Average PF kWh-Del and kVARh-Del
- System PF - vectorial
- System kVA - vectorial

# Medición y facturación de energía

- En cada periodo de facturación ,la Distribuidora medirá la energía que consume el cliente y la que exporte al sistema eléctrico de la Distribuidora.
- Se le cobrará el consumo neto de energía (resultado de restarle a la energía consumida por el cliente, la energía exportada por éste al Sistema de la Distribuidora.
- La Distribuidora acreditará al cliente el exceso de energía durante el periodo de facturación. El crédito por exportación de energía se aplicará la factura del próximo periodo de facturación.

# Sistemas Telemedición de medidores

- Definición
- Sistema de telemedición de medidores la energía, son los sistemas utilizados por las Distribuidoras, para la lecturas y gestión remotas de los clientes residenciales y comerciales , y la gestión de corte y reconexión los clientes ubicados en zona y sectores de población densa de difícil acceso y difícil gestión, a través de los medidores inteligentes.

## Medidores inteligentes AMI

- Los medidores inteligentes, son dispositivos de medición de electricidad que disponen de infraestructura de medición avanzada.
- Miden ,registran el consumo de energía ,de manera detallada y en tiempo real
- Trasmitem la data en forma remota y automática al centro de gestión de la Distribuidora.
- Estos medidores permiten a la Distribuidora un mejor control de todos los cliente, una facturación rápida y precisa y detectar fallas y combatir el fraude.
- Garantizan una facturación basada en tiempo, eliminando las lecturas estimadas.

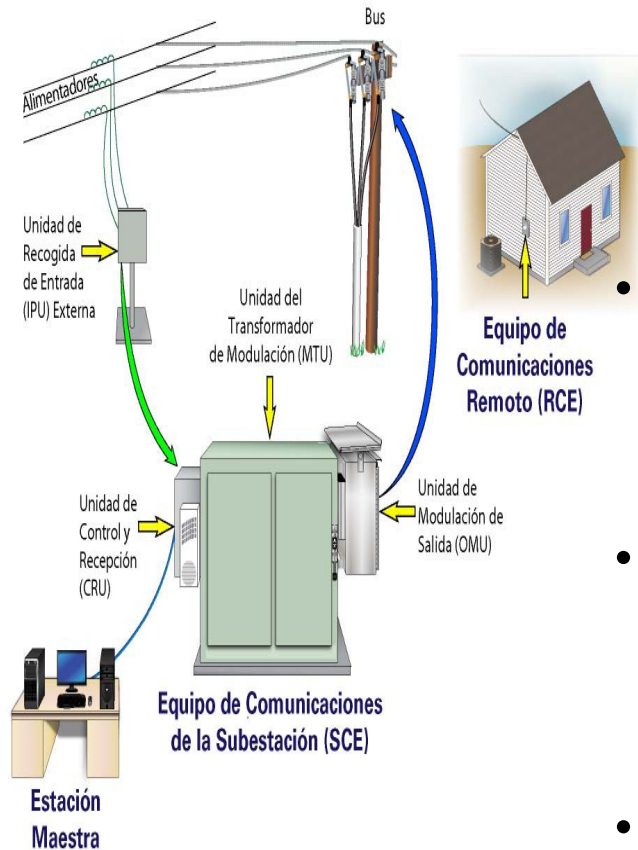
# Comunicación remota Modem GPRS móvil

- La comunicación remota puede ser :
- Atraves de Modem GPRS ,para la transmisión de data de los medidores de grandes clientes.
- Para descargar lectura del consumo manera periodica,para fines de análisis , proyección y reporte de la factura del consumo del mes.



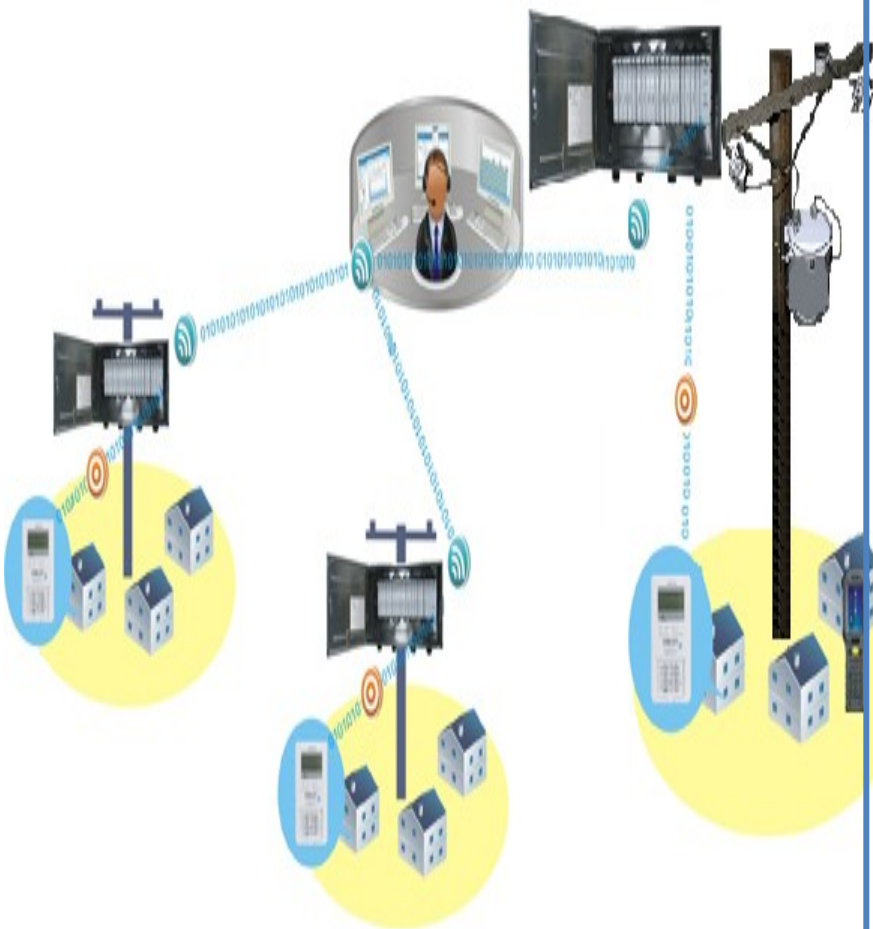
Fuente: Manual medidores Elster

# Comunicación Power Line Communication (PLC)



- Este es un sistema de comunicaciones que utiliza la red fija de distribución de electricidad de Empresa Distribuidora, para establecer la comunicación con el medidor en cada suministro de cliente.
- Con programa operativo en la estación centralizada desde el área de Gestión de análisis, y se comunica con cada uno de los medidores, mediante los cables de energía existentes.
- El sistema permite descargar las lecturas de manera masiva de todos los medidores de forma automática y manual, para factura mensual del cliente.
- Detectar fallas en el menor tiempo, por medidor apagado, una fase menos ,alteraciones intencionales ocasionadas por un tercero, lo que permite corregir la anomalía en menor tiempo

## Comunicación centralizada en altura, vía Gprs

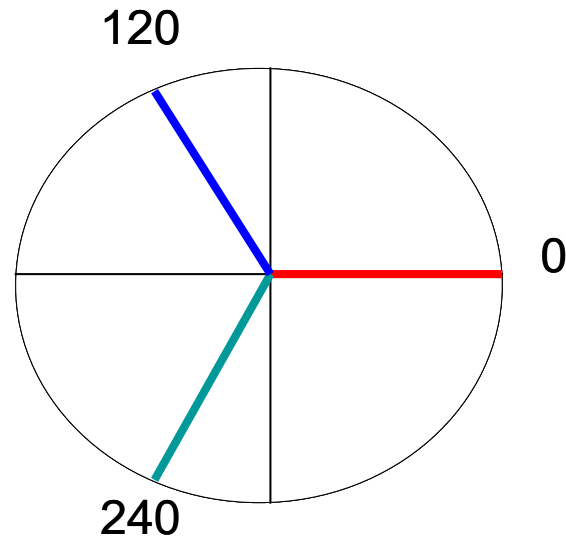


- Este es un sistema de medición centralizada en altura, se colocan armario conteniendo los medidores a la altura de las cruceta del primario, del transformador de distribución fuera del alcance de terceros.
- En cada armario, un colector lee los medidores y envía las datas al centro de gestión de la Distribuidora.

## Comunicación centralizada en altura, vía Gprs

- Este sistema de medición se instala en las zonas o sectores de población densa de difícil acceso y difícil gestión.
- Dispone de un repetidor o pantalla ubicado dentro de la vivienda del cliente, que le permite visualizar el consumo de energía, para de control
- Provee la opción Pre-pago para facilidad de las personas sin ingreso fijos que se le dificulta pagar una factura mensual, de esta forma pueden comprar kWh de acuerdo su posibilidades económicas.

# *Mediciones \_Media Tensión*



Muchas Gracias.