

LABORATORIO DE MEDIDAS ELECTRICAS

DOCUMENTO 7

MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA



PROFESOR: Milton Reyes Jiménez

MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA

1. CONCEPTO

El Movimientos de las cargas eléctricas o electrones por los conductores que provocan una diferencia de potencial entre dos puntos es lo que podemos definir como energía eléctrica; cada vez que se cierra el interruptor de una carga se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de electrones a través de cables metálicos, como el cobre, aluminio.

2 UNIDAD DE ENERGIA ELECTRICA

Las unidades de energía eléctrica resulta de multiplicar la potencia por unidad de tiempo.

$$E = P \times t$$

Los equipos de medición de energía o contadores establecen la medidas en KW/ hora

$$1kwh = 1kw \times 1 h$$

**UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO**



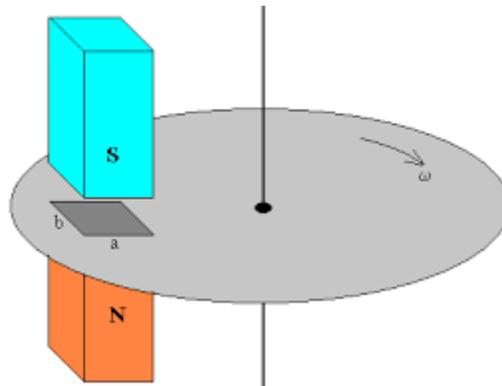
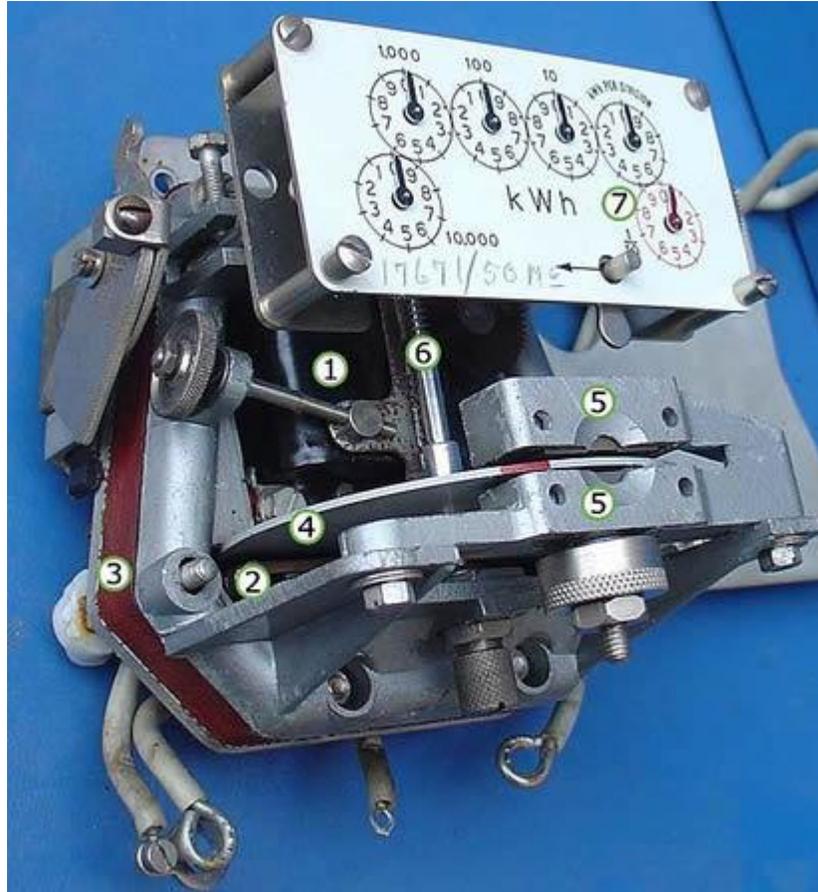
FIGURA 1 ANTIGUOS INDICADORES MECANICOS DE RELOJERIA

FUENTE: <https://energiasolarfotovoltaica.org/wp-content/uploads/2020/01/34.jpeg>



FIGURA 2 INDICADORES MODERNOS DE TAMBOR MECANICO

**UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO**



UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO

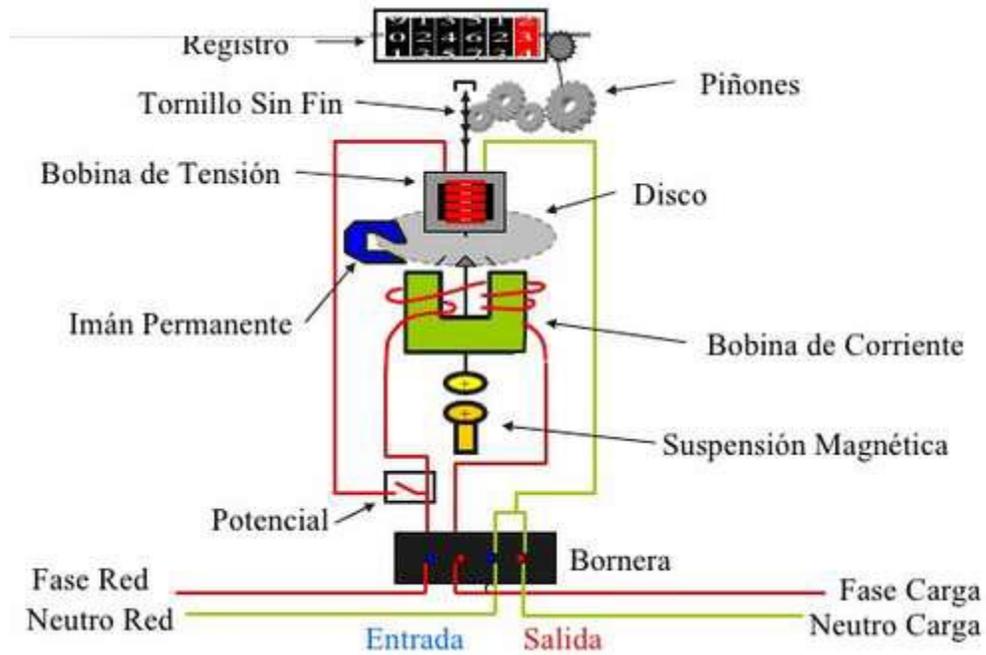


FIGURA 2.1 CONTADOR DE INDUCCIÓN INTERNAMENTE FUENTE

<https://3.bp.blogspot.com>

FUENTE: <https://www.accionrenovable.com/images/posts/OzoKdmvUgWLge4wPxZlb0jkv1BqVn1kgu1Bt1wjc.jpg>

**UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO**



FIGURA 3 MODERNOS INDICADORES DIGITALES

FUENTE https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1o__UKXXXXXXDXFXq6xXFXXXF.jpg

CONSTANTE DE UN CONTADOR

Si este valor es un número de pulsos, la constante debe ser bien el número de pulsos por kilovatios hora (imp/kWh), bien el número de vatios hora por pulso (Wh/imp).

La frecuencia de los impulsos es proporcional a la energía medida. La *constante* de LED [imp/kWh, imp/kVArh] y la duración de un impulso (30 mseg.)



FIGURA 3.1 CONSTANTE DE UN CONTADOR

**UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO**



3. TIPOS DE ENERGIA

Así como existe la potencia activa, reactiva y aparente; la energía aparente es el total de energía que utiliza un circuito eléctrico, es decir, la suma de la energía activa y reactiva. Esta energía se mide en KVA. Cuando hablamos de qué es la potencia reactiva y activa, debemos tener en cuenta que ambas se combinan para calcular el uso total de potencia eléctrica.

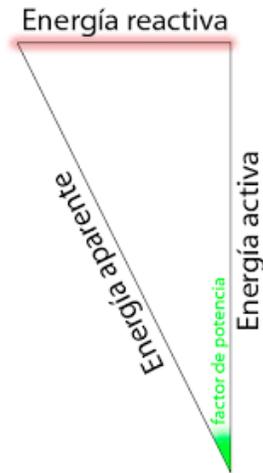


FIGURA 4 TRIANGULO DE ENERGIA

FUENTE <https://www.ledsolintel.com/img/cms/Sin%20t%C3%ADtulo-2.jpg>

4. MEDIDORES DE ENERGIA ELECTRICA

Los medidores de energía eléctrica se definen como contadores de energía, los hay de activa, reactiva y aparente

Según su conexión y aplicación a nivel residencial, comercial o industrial los hay:

- 1.0 CONTADORES MONOFASICOS BIFILARES
- 2.0 CONTADORES MONOFASICOS TRIFILARES
- 3.0 CONTADORES TRIFASICOS TETRAFILAR DE CONEXIÓN DIRECTA,
- 4.0 CONTADORES TRIFASICOS TETRAFILAR DE CONEXION INDIRECTA DE ACTIVA / REACTIVA

4.1 CONTADOR MONOFASICO BIFILAR

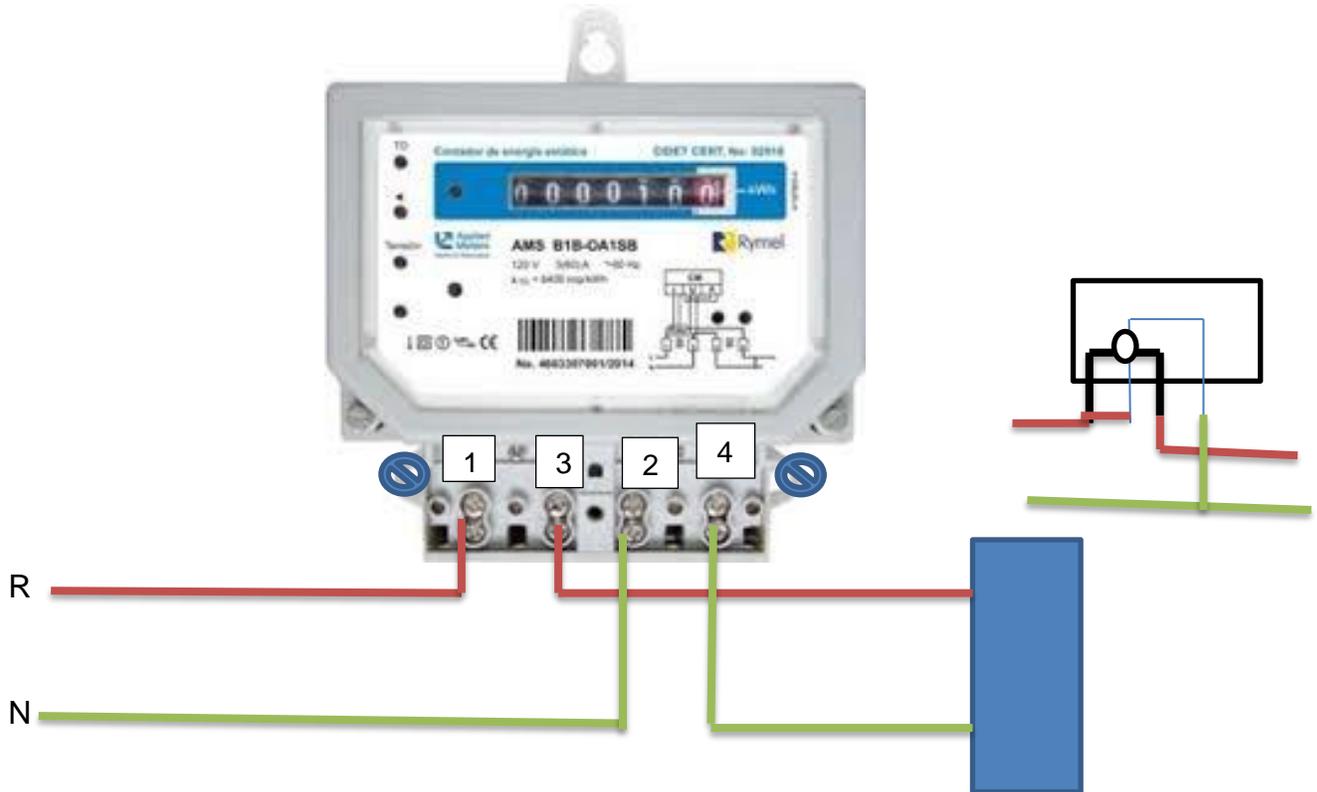


FIGURA 5 CONTADOR MONOFÁSICO BIFILAR

FUENTE [https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTzTcTNCgww3AMG4TEFbvJiKhpWcURLrBUM9Uzdpz2xKmb20wO_&usqp=CAU)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTzTcTNCgww3AMG4TEFbvJiKhpWcURLrBUM9Uzdpz2xKmb20wO_&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTzTcTNCgww3AMG4TEFbvJiKhpWcURLrBUM9Uzdpz2xKmb20wO_&usqp=CAU)

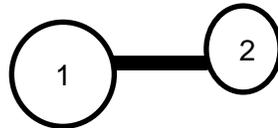
CONEXIÓN CONTADOR MONOFÁSICO BIFILAR

Los contadores monofásicos bifilares poseen una bobina de corriente que se conecta en serie con la carga y una bobina de tensión que se conecta en paralelo; se asimila la conexión de un vatímetro monofásico.

Por norma general en cualquier país del mundo los fabricantes establecen que las bobinas de corriente se nombran con los números **1- 3** y las bobinas de tensión con los números **2 - 4**

UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO

Es importante aclarar que los contadores ya poseen internamente y a la vista la conexión del inicio de la bobina de tensión con la bobina de corriente como se observa en el siguiente dibujo.



Otro aspecto a resaltar en la conexión es que el conductor neutro entra y sale del contador a través de los bornes **4 - 6**

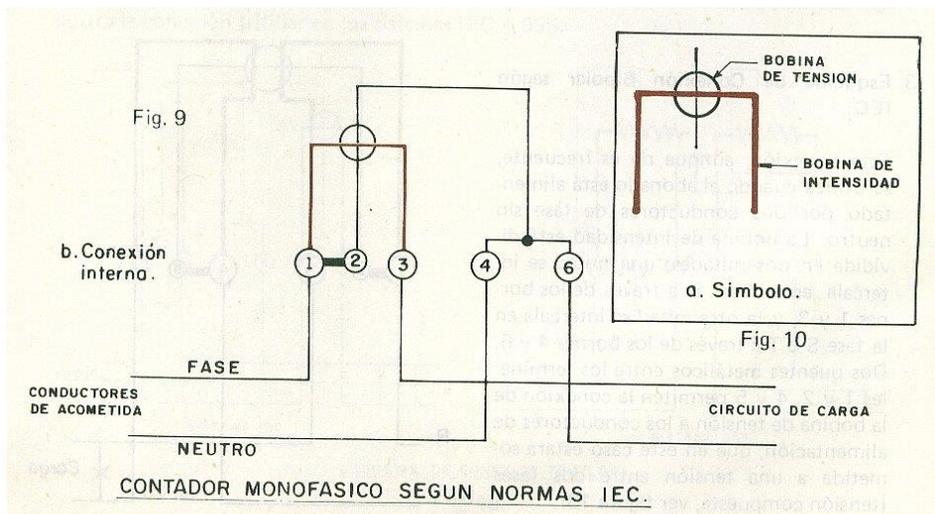


FIGURA 5 CONEXIÓN CONTADOR MONOFASICO BIFILAR

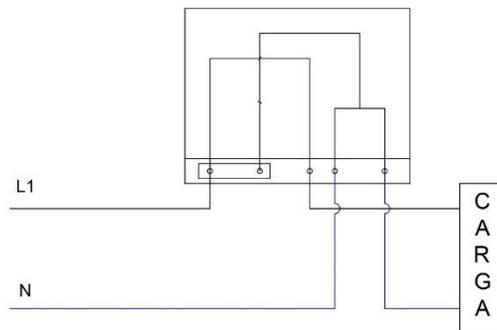
FUENTE

**UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO**



FIGURA 6 CONTADOR MONOFASICO EXSITENTE EN EL LABORTORIO

Medición de energía activa circuito monofásico



. FIGURA 7 Conexión de un contador monofásico con neutro incorporado

Los contadores de energía son aparatos usados para la medida de la energía consumida o producida por unidad de tiempo. Los contadores se conectan de manera similar a como lo hace un vatímetro, pues como ellos, posee una bobina amperimétrica y otra voltimétrica.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO**

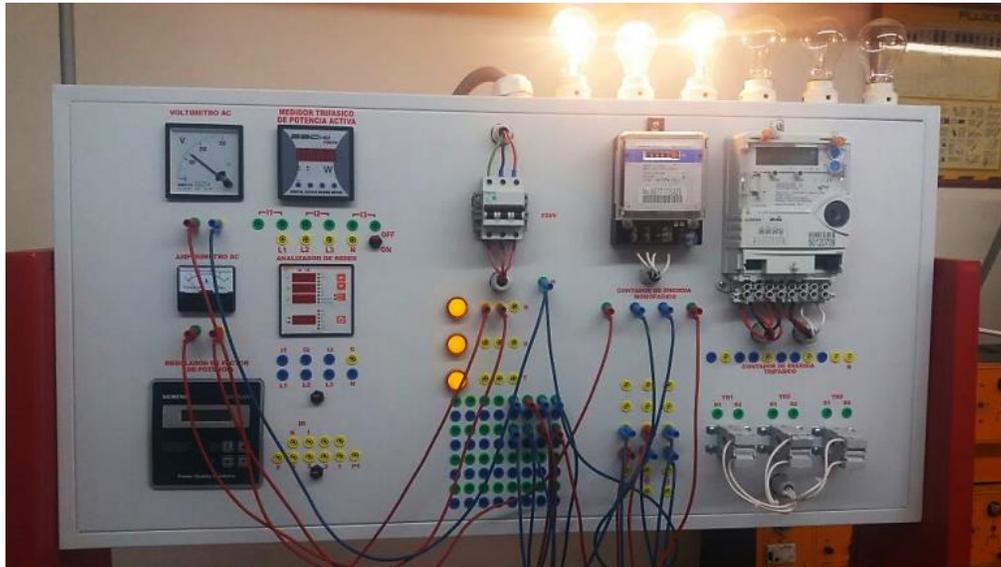


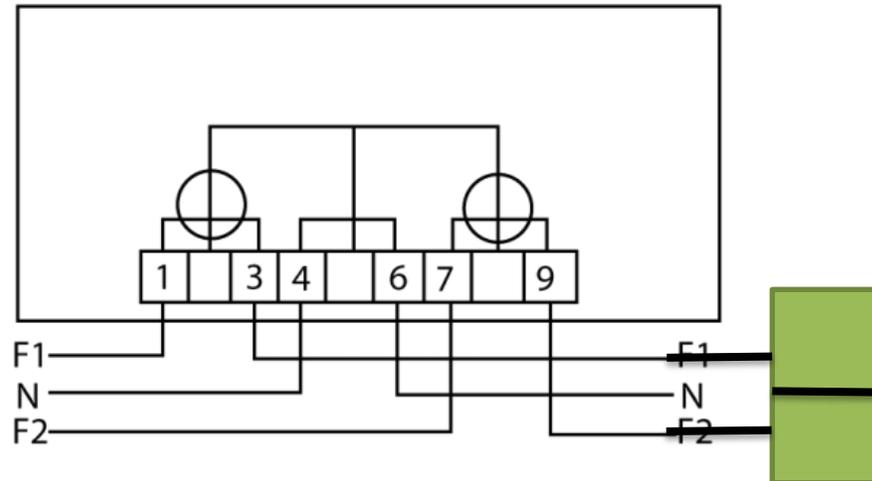
FIGURA 8 Conexión contador monofásico laboratorio de medidas eléctricas

4.2 CONEXIÓN CONTADOR MONOFÁSICO TRIFILAR

En el caso de un contador monofásico trifilar este posee dos bobinas de corriente o amperimétricas que se conectan en serie con dos fases respectivas, la bobina de tensión internamente están referenciadas a cada fase y los otros terminales están dispuestos para el neutro de la instalación. Estos contadores son utilizados a nivel residencial y comercial.

Bornera de un contador monofásico trifilar

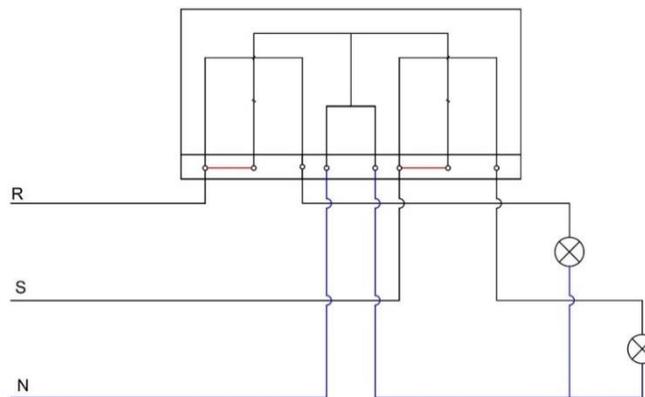
UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO



FUGURA 9 BORNERA CONTADOR MONOFASICO TRIFILAR

FUENTE <https://i0.wp.com/tecun.com/wp-content/uploads/2018/02/DDS994-1P3W-diagramaconexion-600x350.png>

- 1 - 3 Primera bobina de corriente
- 7 - 9 Segunda bobina de corriente
- 4 - 6 Neutro incorporado final bobina de tensión
- 2 - 8 Puentes internos inicio bobina de tensión



. FIGURA 10 Conexión de un contador monofásico trifilar con neutro incorporado

Fuente: Autores

Este contador tiene similitud con el contador anterior, se diferencia en la conexión de la tensión ya que ella lo hace en la parte interna de equipo.

En este contador se analiza que las dos líneas entran a dos bobinas amperimétricas diferentes, mientras que las bobinas de tensión son llevadas a la fase neutro.

EJERCICIO: 1

Medición simultánea de potencia activa y contador de energía

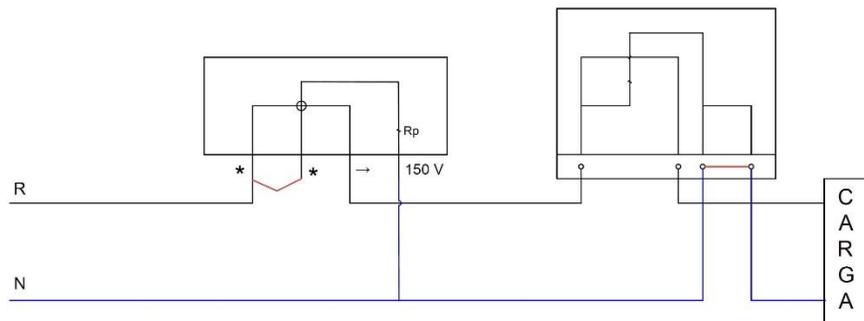


FIGURA 11 Conexión simultánea de un vatímetro monofásico de un contador monofásico
Fuente: Autores

Se hace la medición de la potencia activa (izquierda) con un vatímetro y la medición de energía eléctrica (derecha) con un contador 1Ø electrónico bifilar.

Medición indirecta de energía en sistema trifásico

Para esta conexión se deben utilizar tres transformadores de medida de corriente cuyo secundario se instalan a las bobinas amperimétricas del contador. Estos contadores son de uso comercial e industrial para medidas de gran potencia.

4.3 CONEXIÓN DIRECTA DE UN CONTADOR TRIFÁSICO TETRIAFILAR

Estos contadores poseen tres bobinas de corriente y tres bobinas de tensión así:

- 1 - 3 Primer bobina de corriente.**
- 4 - 6 Segunda bobina de corriente.**
- 7 - 9 Tercer bobina de corriente.**
- 2 - 5 - 8 Inicio bobinas de tensión**
- 10 Borne común final bobina de tensión.**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO**

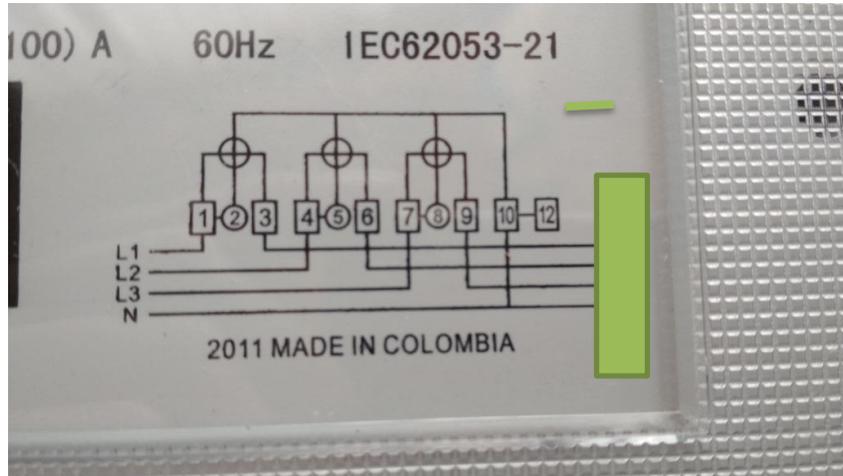


FIGURA 12 BORNERA DE CONTADOR TRIFASICO

FUENTE: https://http2.mlstatic.com/contador-medidor-trifasico-tetrafilas-digital-D_NQ_NP_731567-MCO28621892994_112018-F.jpg

Medición directa de energía en sistema trifásico.

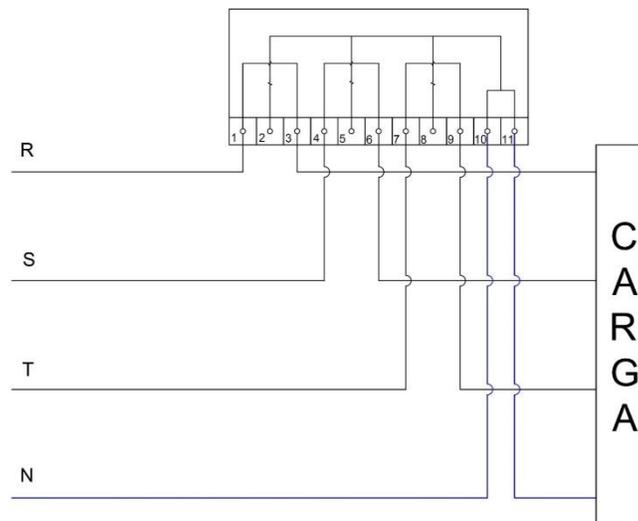


FIGURA 13 Conexión directa de un contador trifásico

En este contador se cuenta con tres bobinas de corriente y la medición de tensión es interna.

El cable 11 va conectado a la carga ya que es una conexión estrella, si fuera una conexión delta no iría conectado a la carga.

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO**

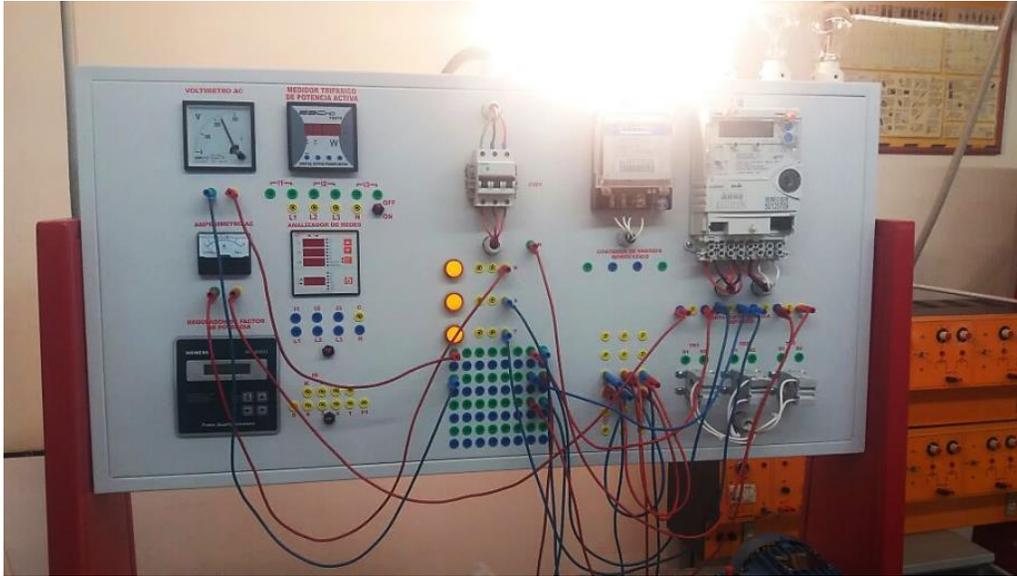


FIGURA 14 Conexión contador TRIFASICO laboratorio de medidas eléctricas

EJERCICIO: 2

Medición simultánea de energía activa, potencia activa y potencia reactiva de una carga trifásica equilibrada

Contador de energía, medición de potencia activa y reactiva

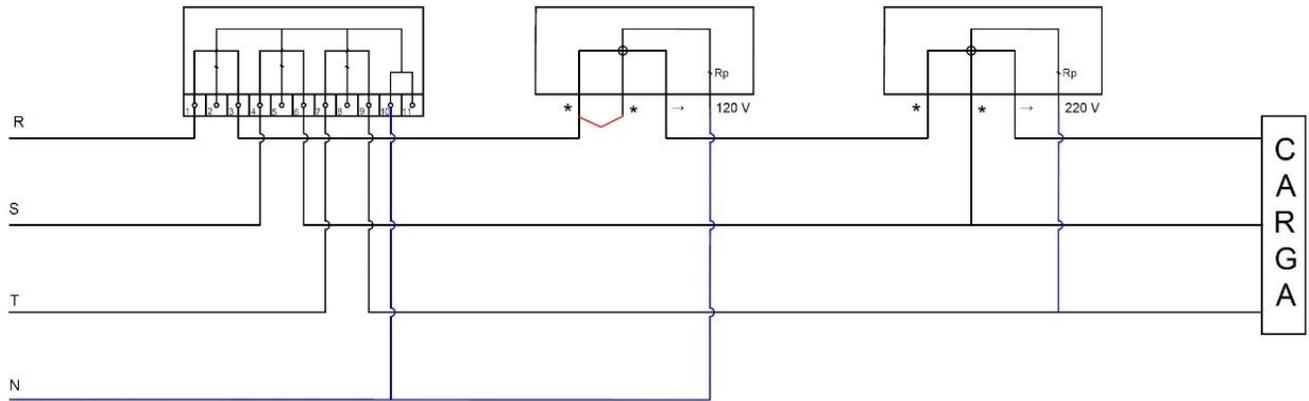


FIGURA 15 Conexión integrando contador directo y vatímetros para medir varios parámetros

Fuente: Autores

En esta conexión se tiene una carga en delta por lo tanto la carga no va conectada a la fase, pero al contrario el contador y el vatímetro de potencia activa (mitad) es llevado a la fase neutro.

Las conexiones de estos se realizan como son antes mencionadas en los circuitos.

CONEXIÓN INDIRECTA DE UN CONTADOR TRIFASICO TETRIAFILAR

En este caso utilizamos tres transformadores de medida de corriente, cuyos secundarios van a las bobinas amperimetricas del contador con el fin de disminuir el valor de este parámetro

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO

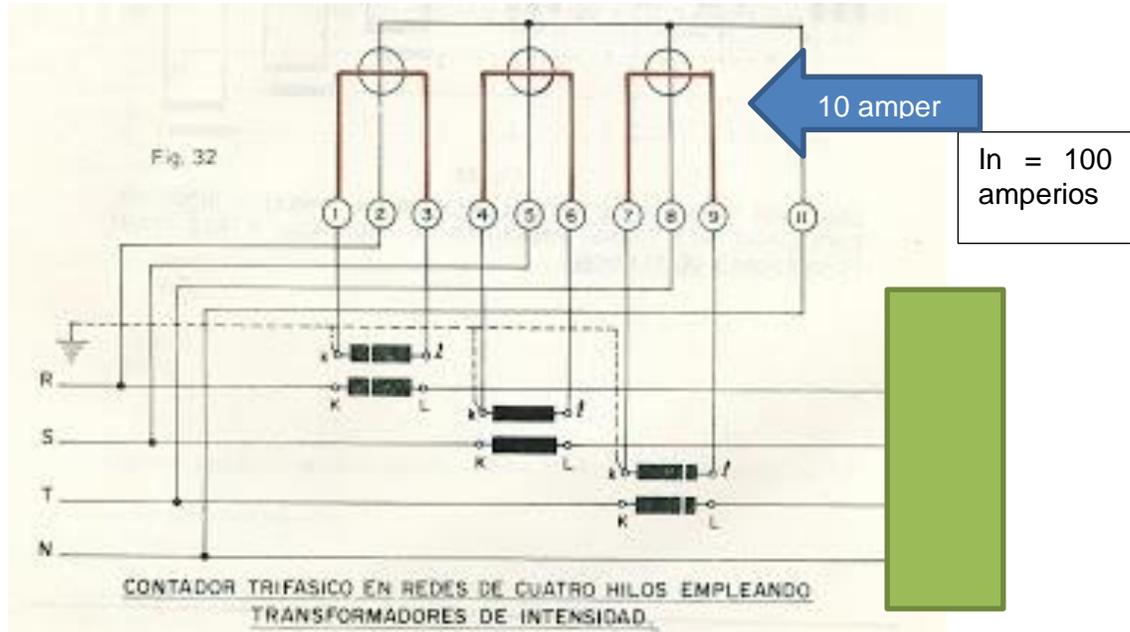


FIGURA 16 CONEXIÓN INDIRECTA DE CONTADOR TRIFÁSICO CON TRES TMI

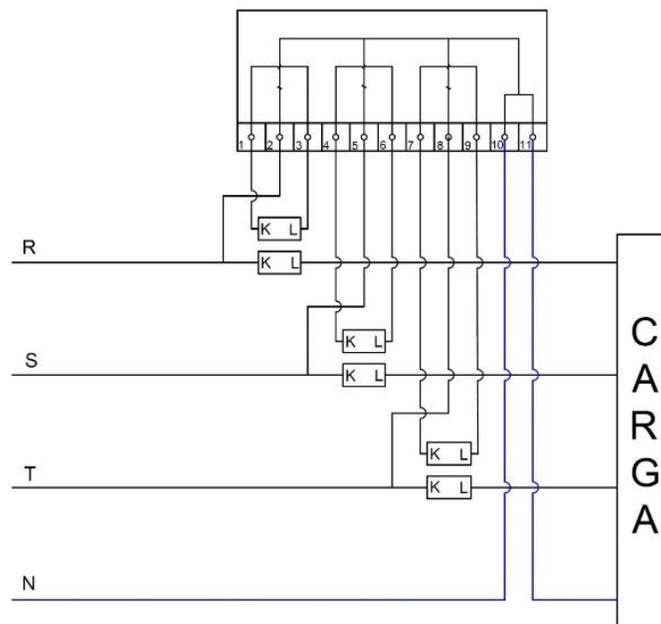


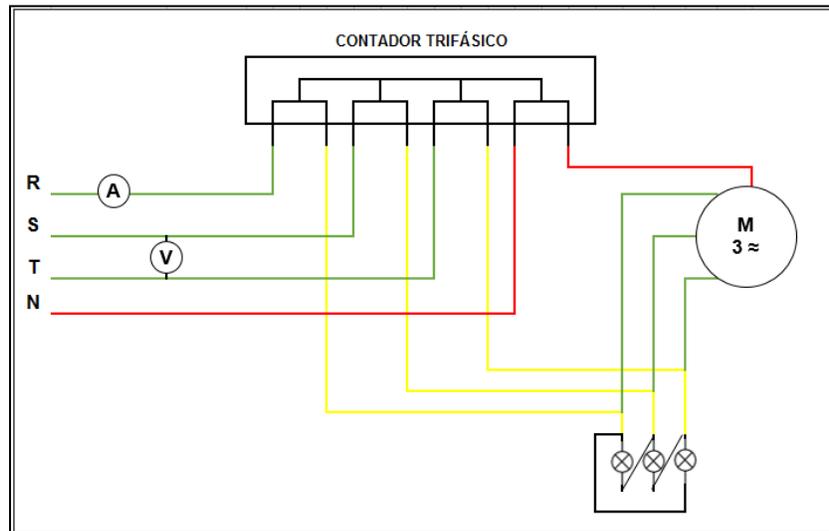
FIGURA 17 Conexión indirecta de un contador trifásico LABORATORIO

Al tener un alto consumo de intensidad por parte de la carga se requiere de un transformador de intensidad para poder llevarla al contador, de lo contrario dañamos la bobina amperimétrica. Y la medición de la tensión se debe llevar desde la línea a cada bobina respectivamente como es mostrada en la gráfica.

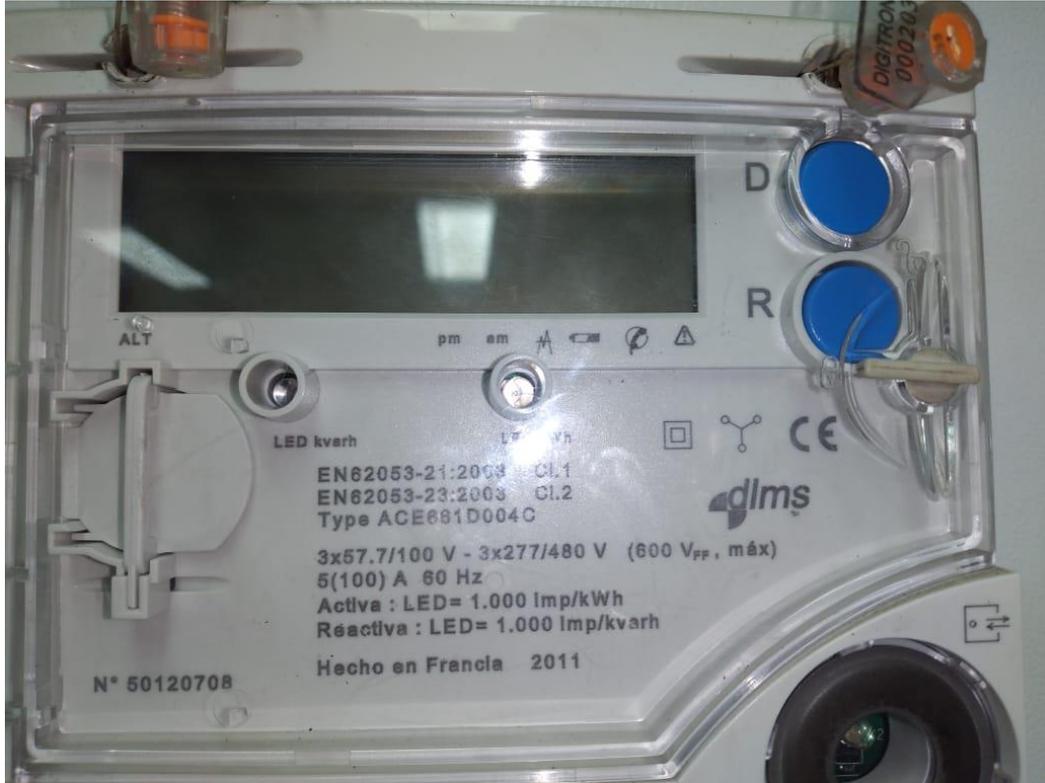
El cable 11 va conectado a la carga ya que es una conexión estrella, si fuera una conexión delta no iría conectado a la carga.

EJERCICIO: 3

Explique el funcionamiento del siguiente circuito



**UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO**



**UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO**

