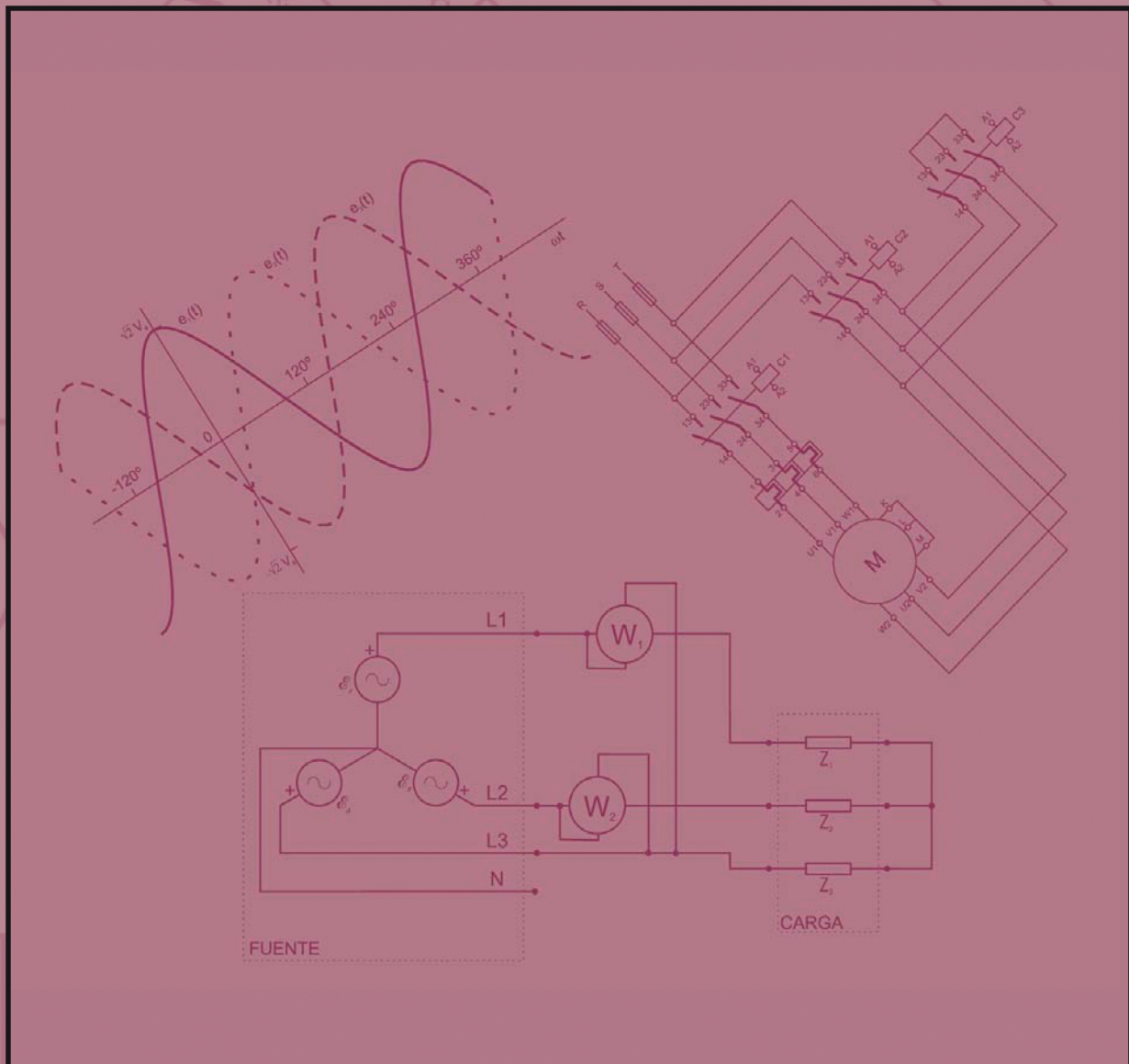


ELECTROTECNIA APLICADA

CIRCUITOS, TRANSFORMADORES Y MOTORES TRIFÁSICOS



Simón Rodríguez M.A.
González Rosales A.
De la Peña Esteban F.D.
Egido Marcos J.L.

ELECTROTECNIA

APLICADA

CIRCUITOS, TRANSFORMADORES Y MOTORES TRIFÁSICOS

M^a Antonia Simón Rodríguez:

Ingeniera Industrial

Alfredo González Rosales:

Ingeniero Industrial

Fco. David De la Peña Esteban:

Doctor Ingeniero Industrial

Jose Luis Egido Marcos:

Ingeniero Industrial



ELECTROTECNIA APLICADA CIRCUITOS, TRANSFORMADORES Y MOTORES TRIFÁSICOS

©Autores:

M^a Antonia Simón Rodríguez

Ingeniera Industrial

Alfredo González Rosales

Ingeniero Industrial

Fco. David De la Peña Esteban

Doctor Ingeniero Industrial

Jose Luis Egido Marcos

Ingeniero Industrial

© Editorial Vision Libros

C/ San Benito 21 local

28029 Madrid (España)

Tel: 0034 91 3117696

url: www.visionlibros.com

Vision Libros es marca registrada por Vision Netware

ISBN papel: 978-84-9821-705-6

ISBN ebook: 978-84-9011-734-7

Diseño base cubierta: © Verónica Gil Macarrón.

veronica@visionnet.es

Producido por Grupo Corporativo Visionnet.

Cuatro Amigos 5 Posterior 28029 Madrid (España)

Impreso en España.

Reservados todos los derechos. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo, ni en parte, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, de ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, o por fotocopia, o cualquier otro sin el permiso previo por escrito de los titulares del copyright.

Tabla de contenidos

1	Introducción	13
1.1	Aparatos	13
1.2	Conexiones de la carga	22
1.3	Tensión de línea y de fase del generador	24
1.4	Introducción a circuitos trifásicos	25
2	Circuito trifásico equilibrado en estrella con resistencias sin neutro	41
2.1	condiciones de ensayo.....	41
2.2	Medidas previas	41
2.3	Medida de corriente de línea L1 y tensión de fase R.....	42
2.4	Medida de corriente y potencia de la fase S.....	44
2.5	Medida de potencia en la fase T.....	45
2.6	Potencia del circuito trifásico.....	47
2.7	Medida de la tensión $U_{n'n}$	47
2.8	Medida de la potencia activa y reactiva mediante el método de los dos vatímetros	48
2.9	Medida de la potencia reactiva con un vatímetro	50
2.10	Cuestiones	52

3	Circuitos trifásicos desequilibrados en estrella con resistencias sin neutro	59
3.1	condiciones de ensayo.....	59
3.2	Medidas previas	59
3.3	Conexión en estrella con resistencias sin neutro con un conductor interrumpido	60
3.4	Conexión en estrella con resistencias sin neutro con dos conductores interrumpidos	66
3.5	Conexión en estrella sin neutro desequilibrada.....	67
3.6	Cuestiones	73
4	Circuitos trifásicos en estrella con neutro	81
4.1	condiciones de ensayo.....	81
4.2	Medidas previas	81
4.3	Conexión en estrella con resistencias con neutro.....	82
4.4	Conexión en estrella con neutro y un conductor interrumpido	83
4.5	Conexión en estrella con neutro y dos conductores interrumpidos	85
4.6	Conexión en estrella con neutro desequilibrada.....	86
4.7	Cuestiones	89
5	Circuitos trifásicos. Conexión en triángulo	99
5.1	condiciones de ensayo.....	99

5.2	Medidas previas	99
5.3	Conexión en triángulo con resistencias	100
5.4	Conexión en triángulo con un conductor interrumpido.....	102
5.5	Conexión en triángulo y dos conductores interrumpidos.....	104
5.6	Conexión en triángulo desequilibrada	106
5.7	Medida de la potencia activa y reactiva mediante el método de los dos vatímetros	108
5.8	Medida de la potencia reactiva con un vatímetro	109
5.9	Cuestiones	111
6	Transformadores: circuito equivalente.....	117
6.1	Introducción al transformador	117
6.2	Ensayo de vacío en un transformador trifásico	121
6.3	Ensayo de cortocircuito en un transformador trifásico	124
6.4	Medida de la resistencia equivalente.....	127
6.5	Cuestiones	129
7	Arranque de máquinas asíncronas con contactores.....	135
7.1	Introducción	135
7.2	medidas previas.....	139
7.3	Arranque en estrella-triángulo con contactores con conmutación manual.....	140
7.4	cuestiones.....	150

8	arranque estrella triángulo temporizado. Caso real.....	157
9	BIBLIOGRAFÍA.....	165

NORMATIVA BÁSICA DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO DE ELECTROTECNIA Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS

1. Para realizar cualquier conexión, desconexión o manipulación de los cables y/o de los demás elementos utilizados en un experimento se cortará siempre la tensión de la fuente de alimentación. Nunca trabajamos con tensión en los cables o aparatos a manipular.
2. No se debe en ningún caso dar tensión a un circuito en el que alguna/s bornas estén sin embornar (al aire).
3. Para poner en tensión un circuito es absolutamente necesario el permiso y la supervisión de uno de los profesores del laboratorio.
4. En el caso de activación de alguna de las protecciones automáticas de la mesa de trabajo o del laboratorio (magnetotérmicos, diferenciales, fusibles), se debe avisar a un profesor del laboratorio antes de proceder a restablecer el suministro de energía.
5. Queda terminantemente prohibido el consumo de bebidas o comida de cualquier tipo en el recinto del laboratorio.
6. Durante el proceso de anotación de los resultados nos limitaremos a leer los datos de los aparatos. En ningún caso manipularemos las distintas partes del circuito.
7. Los útiles de escritura (bolígrafos, lapices, libretas, ...) empleados durante las prácticas serán de plástico, o de un material no conductor, al menos en su recubrimiento externo.
8. El puesto de trabajo quedará totalmente recogido y ordenado a la finalización de cada sesión.
9. Se recomienda el uso de calzado de goma en el laboratorio. Previamente a la realización de las prácticas es necesario quitarse cualquier elemento metálico de las muñecas y dedos de las manos (relojes, pulseras, anillos). Las cadenas, gargantillas, etc se llevarán por el interior de la ropa.
10. Por último, lo más importante en el laboratorio de electrotecnia es usar el sentido común, la electricidad no se ve pero está ahí. Pensar dos veces antes de hacer algo, lo que se va a hacer. Comprobar siempre que el cable que vamos a tocar o el aparato que vamos a manipular no tiene tensión y que por él no circula ninguna corriente. No asustar, distraer, o gastar bromas a alguien que esté trabajando con un circuito.

CIRCUITOS TRIFÁSICOS Y TRANSFORMADORES.

ELECTROTÉCNIA APLICADA

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

1.1 APARATOS

Para la realización de las prácticas vamos a utilizar:

- Fuente de Alimentación
- Dos tipos de polímetros: **PROMAX PD-984**, de color negro, un polímetro verde, **METRA HIT 29S**
- Vatímetro
- Transformadores trifásicos

A continuación se describe brevemente cada aparato y su utilización.

1.1.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

En La figura 1 se muestra la fuente de alimentación del laboratorio

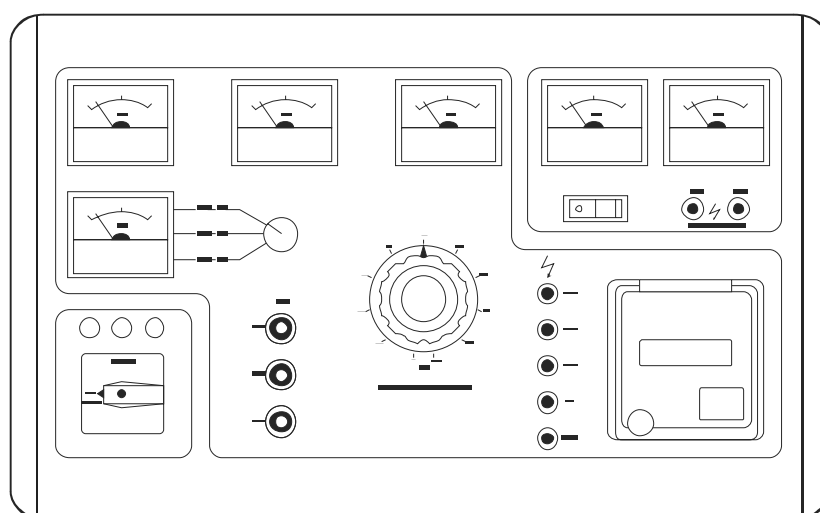


Figura 1 - Fuente de tensión ELWE

Las fuentes de tensión variables son dispositivos esenciales a todo laboratorio ya que nos permiten tener distintos valores de tensión alterna y continua, proviniendo ambas de una misma fuente de tensión alterna trifásica constante, como es la red de alimentación del laboratorio. En las fuentes que se muestran en la figura 1 se pueden distinguir fácilmente tres zonas:

[Parte izquierda.] La podríamos denominar **parte de alterna** de la fuente. En dicha zona se pueden apreciar, en la parte superior, tres amperímetros que nos indicarán las corrientes por cada una de las fases. Inmediatamente más abajo tenemos una cuarta pantalla correspondiente a un voltímetro que mediante un selector situado a su derecha nos permitirá ir midiendo la tensión fase - neutro de cada una de las mismas.

Debajo del voltímetro aparecen tres pilotos verdes que nos indicará si hay tensión en la entrada de la fuente o no. Y siguiendo hacia abajo nos encontramos un selector de conexión - desconexión que se actúa mediante una maneta negra. Es el interruptor general.

A la derecha de este selector aparecen tres botones negros que han de estar permanentemente metidos hacia dentro ya que son las protecciones que tiene la fuente de tal manera que si uno, dos o los tres botones están saltados hacia afuera, quiere decir que la fase en cuestión no tiene tensión, porque la protección ha abierto el circuito correspondiente. Esto ocurre cuando se produce alguna falsa maniobra.

Dentro de esta zona izquierda de la fuente podemos considerar el "Variac" es decir un transformador cuya misión es ir aumentando o disminuyendo la tensión de salida de la fuente o la tensión disponible a la entrada de la etapa de continua. Tiene una indicación desde 0 al 100%. Quiere ello decir que la tensión de salida será el tanto por ciento indicado por la maneta de la tensión de entrada es decir de la red del laboratorio. A su derecha se encuentran 5 bornes de conexión: tres de color negro nombrados con "L1", "L2" y "L3"; uno de color azul etiquetado con "N" de neutro, y por fin otro de color amarillo - verde etiquetado con "LP" de línea de protección.

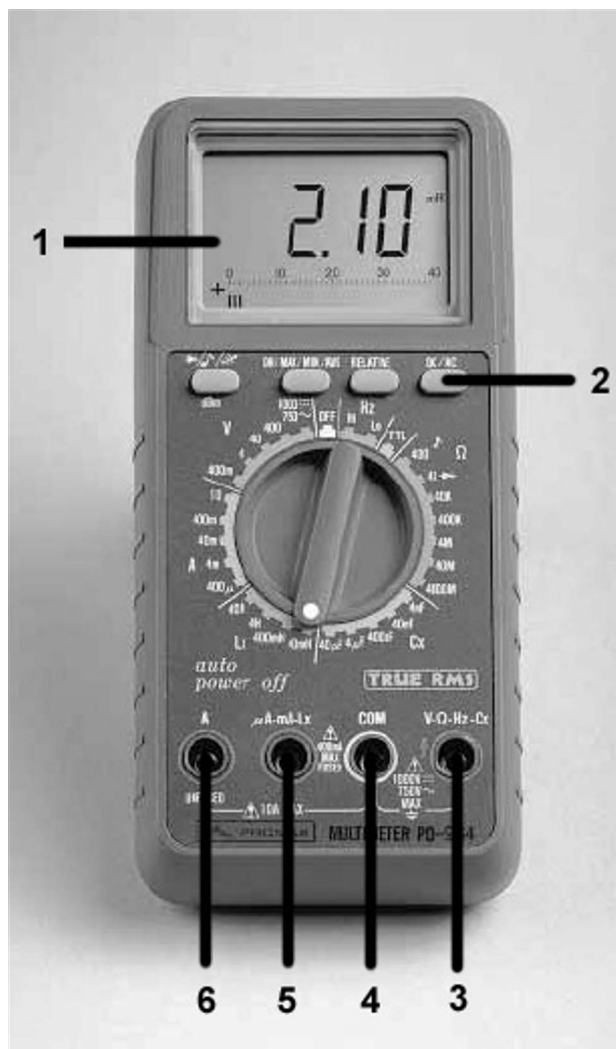
[Parte derecha superior.] En esta zona de la parte frontal de la fuente de tensión se encuentra representada la etapa de continua. Se dispone de dos aparatos de medida en la parte superior. Un voltímetro que mide la tensión continua de salida en bornes, y un amperímetro. Inmediatamente inferior a estos elementos se encuentra un interruptor luminoso de color verde que conecta y desconecta la etapa de continua. A la derecha de este elemento se encuentran dos bornes uno señalado con el signo "(+)" y el otro con el "(-)".

[Parte derecha inferior.] En esta zona nos encontramos un cuadrado con una tapadera que al abrirla nos da acceso a un conector hembra de 5 terminales. Este conector da la tensión de salida regulada con el "Variac".

1.1.2 POLÍMETROS

1.1.2.1 PROMAX PD-984

La figura 2 nos muestra el polímetro Promax PD-984, y sus características más relevantes:



1.- Display LCD.

2.- Conmutador DC/AC.

3.- Terminal de entrada: **V** (Tensión).
Ω (Resistencia).
Hz (frecuencia).
Cx (Capacidad).

4.- Terminal común: **COM**

5.- Terminal de entrada: **μA** (microamperios)
mA (miliamperios).
Lx (inductancia).

6.- Terminal de entrada: **A** (amperios).

Figura 2 - Polímetro Promax PD-984