

- Prácticas de tablero
- Trifásico arranque directo
- Estrella-triángulo
- Dos velocidades
- Dos velocidades, estrella-triángulo
- Letrero luminoso
- Ascensor 3 paradas
- Monofásico
- Autómata
- Transformadores
- Trafo I
- Cálculos
- Prueba de continuidad
- Prueba de aislamiento
- Ensayo en vacío
- Ensayo en cortocircuito
- Trafo II
- Cálculos
- Prueba de continuidad
- Prueba de aislamiento
- Ensayo en vacío
- Ensayo en cortocircuito
- Trafo III
- Cálculos
- Prueba de continuidad
- Prueba de aislamiento
- Ensayo en vacío
- Ensayo en cortocircuito
- Medidas eléctricas
- Potencia monofásica con voltímetro, amperímetro y watímetro
- Potencia trifásica
- Circuito equilibrado
- Circuito equilibrado con transformador de intensidad
- Circuito desequilibrado
- Factor de potencia monofásico
- Estufas
- Tubo fluorescente
- Conexión de contadores
- Monofásico
- Trifásico de potencia activa
- Trifásico de potencia reactiva
- Banco trifásico
- Determinación de terminales homólogos
- Determinación del neutro en una red.
- Conexión EN / TNI
- Mediciones
- Fallo en bobina del primario
- Fallo en bobina del secundario
- Conexión TZN / EI
- Mediciones
- Fallo en bobina del primario

- Fallo en bobina del secundario
- Autómata ordenador
- Transformadores
- **Trafo I**

V1 = 380 V (tensión del devanado primario)

V2 = 24 V (tensión del devanado secundario)

= **11900 Gs** (inducción máxima)

= **5 A/mm²** (densidad de corriente)

f = 50 Hz (frecuencia)

3% caída de tensión máxima

0'94 factor de espacio

- **Cálculos**

Núcleo

$$S_n = a \cdot L = 3'5 \cdot 3'2 = 11'2 \text{ cm}^2 \cdot 0'94 = 10'528 \text{ cm}^2$$

Potencia

$$P \approx S_n^2 = 10'528^2 = 110'83 \text{ VA}$$

Determinación de corrientes

$$P = V_2 \cdot I_2 \Rightarrow I_2 = P / V_2 = 110'83 / 24 = 4'61 \text{ A}$$

$$u\% \cdot V_1 \approx 380$$

$$E_1 = V_1 - V = V_1 - 380 = 368'6 \text{ V}$$

- 100

$$u\% \cdot V_2 \approx 24$$

$$E_2 = V_2 - V = V_2 - 24 = 24'72 \text{ V}$$

- 100

$$E_1 \cdot I_1 = E_2 \cdot I_2 \Rightarrow I_1 = (E_2 \cdot I_2) / E_1$$

$$24'72 \cdot 4'61$$

$$I_1 = 0'309 \text{ A}$$

$$368'6$$

Determinación de la sección de los hilos

$$S = I / S \quad S = I /$$

$$I_1 = 0'309 \quad I_2 = 4'61$$

$$S_1 = = = 0'06 \text{ mm}^2 \quad S_2 = = = 0'922 \text{ mm}^2$$

$$5 \quad 5$$

Determinación del diámetro de los hilos

$$S = (\pi \cdot d^2) / 4 \quad d = \sqrt{(4 \cdot S) / \pi}$$

$$4 \cdot 0'06 \quad 4 \cdot 0'922$$

$$d_1 = \text{"} = 0'27 \text{ mm} \quad d_2 = \text{"} = 1'08 \text{ mm}$$

Determinación del flujo magnético

$$\Phi = \mu \cdot S_n = 11900 \cdot 10^{-5} 28 = 125283'2 \text{ Mw} = 125283 \cdot 10^{-8} \text{ Wb} = 1'25 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

Determinación de espiras

$$E = 4'44 \cdot f \cdot n \quad n = E / (4'44 \cdot f)$$

$$E_1 = 368'6$$

$$n_1 = = = 1328'28 \text{ " } 1328 \text{ espiras}$$

$$4'44 \cdot f \cdot 4'44 \cdot 50 \cdot 1'25 \cdot 10^{-3}$$

$$E_2 = 24'72$$

$$n_2 = = = 89'08 \text{ " } 89 \text{ espiras}$$

$$4'44 \cdot f \cdot 4'44 \cdot 50 \cdot 1'25 \cdot 10^{-3}$$

Determinación de espiras / voltio

$$\text{espiras} / V = n / V$$

$$\text{espiras} / V_1 = 1328 / 380 = 3'49 \text{ espiras} / V_1$$

$$\text{espiras} / V_2 = 89 / 24 = 3'70 \text{ espiras} / V_2$$

Determinación de bobinados

$$\text{Altura del núcleo} = 44 \text{ mm}$$

h 44

Bobinado devanado 1° : n° espiras/capa = = = 162'96 espiras/capa

d1 0'27

n1 1328

n° de capas = = = 8'14 capas

espiras/capa 162'96

h 44

Bobinado devanado 2° : n° espiras/capa = = = 40'74 espiras/capa

d2 1'08

n2 89

n° de capas = = = 2'18 capas

espiras/capa 40'74

Espesor de bobinados

$n^{\circ} \text{ capas enteras}_1 \cdot d_1 + n^{\circ} \text{ capas enteras}_2 \cdot d_2 = 9 \cdot 0'3 + 3 \cdot 1 = 5'7 \text{ mm}$

• Prueba de continuidad

Con un medidor de aislamiento comprobaremos si existe continuidad entre el principio y el final de los arrollamientos primario y secundario. Los resultados obtenidos son:

- Primario: infinito
- Secundario: infinito

Un valor próximo a infinito nos indica que existe continuidad en la línea, que no está cortada en ningún punto.

• Prueba de aislamiento

Por seguridad es necesario que los devanados primario y secundario estén totalmente aislados del exterior, que no entren en contacto con ningún otro elemento conductor del transformador. De nuevo, con el medidor de aislamiento, testaremos esta vez un posible contacto entre los devanados y las chapas del trafo:

- Primario y chapa: 0
- Secundario y chapa: 0
- Primario y secundario: 0

Valores iguales a cero demuestran que los elementos en cuestión están aislados entre si.

• Ensayo en vacío

Comprobación de las tensiones en los devanados mediante un tester, previa conexión del primario a la red. Los resultados son:

- Tensión primario: 374 V (380 V esperados)
- Tensión secundario: 27 V (24 V esperados)

• Ensayo en cortocircuito

Se pretende hallar la tensión de cortocircuito en el transformador, ayudándonos de un transformador auxiliar y dos amperímetros. El esquema de conexión es el siguiente:

Dev 1° Dev 2°

A

A

10

220 5

0

Conectaremos el amperímetro del primario de la siguiente forma: un borne irá al devanado primario de nuestro transformador y el otro lo iremos conectando a tensiones cada vez mayores en el devanado secundario del transformador auxiliar; cuando el aparato marque la misma intensidad que la corriente nominal del primario, la tensión que le estemos aplicando en ese momento será la de cortocircuito. Asimismo, el amperímetro colocado en paralelo con el otro devanado deberá marcar la corriente nominal del secundario.

Para tensiones muy pequeñas (5V, 10V, ...) puede que la tensión marcada sea inapreciable. No hay que olvidar usar amperímetros con una escala que soporte la corriente nominal del devanado al cual lo vamos a conectar.

Tensión del aux. 2°	Amperímetro primario	Amperímetro secundario
5 V	inapreciable	inapreciable
10 V	...	...
15 V	...	
...		
Vcc	IN1	IN2

Vcc : tensión de cortocircuito

IN1 : corriente nominal del primario

IN2 : corriente nominal del secundario

Los cálculos con el trafo I son:

Tensión del aux. 2° (V)	Amperímetro primario (A)	Amperímetro secundario (A)
-------------------------	--------------------------	----------------------------

4'8	Inapreciable	inapreciable
9'7	0'05	inapreciable
14'6	0'10	0'4
19'0	0'13	0'9
23'9	0'17	1'5
28'5	0'21	1'9
34'2	0'29	2'5
38'6	0'30	3'5
50'0 (Vcc)	0'40 (IN1)	5'5 (IN2)

Con la tensión hallada, calculamos la impedancia de cortocircuito:

$$V_{cc} = Z_{cc} \cdot I_{N1} \quad ! \quad Z_{cc} = V_{cc} / I_{N1} = 50'0 / 0'4 = 125$$

• **Trafo II**

V1 = 0–127–220 V (tensión del devanado primario)

V2 = 0–25–50 V (tensión del devanado secundario)

= **12000 Gs** (inducción máxima)

= **4 A/mm²** (densidad de corriente)

f = 50 Hz (frecuencia)

2% caída de tensión máxima

0'97 factor de espacio

• **Cálculos**

Núcleo

$$S_n = a \cdot L = 5'4 \cdot 4'2 = 22'68 \text{ cm}^2 \cdot 0'97 = 21'9996 \text{ cm}^2$$

Potencia

$$P \text{ " } S_n^2 = 21'9996^2 = 483'98 \text{ VA}$$

Determinación de corrientes

$$P = V_2 \cdot I_2 \quad ! \quad I_2 = P / V_2 = 483'98 / 50 = 9'67 \text{ A}$$

$$u\% \cdot V_1^2 \cdot 220$$

$$E_1 = V_1 - V = V_1 - = 220 - = 215'6 \text{ V}$$

$$\bullet 100$$

$$u\% \cdot V_{22} \cdot 50$$

$$E_2 = V_2 - V = V_2 + = 50 + = 51 \text{ V}$$

$$\bullet 100$$

$$E_1 \cdot I_1 = E_2 \cdot I_2 \quad I_1 = (E_2 \cdot I_2) / E_1$$

$$51 \cdot 9'67$$

$$I_1 = = 2'28 \text{ A}$$

$$215'6$$

Determinación de la sección de los hilos

$$= I / S \quad S = I /$$

$$I_1 2'28 \quad I_2 9'67$$

$$S_1 = = = 0'57 \text{ mm}^2 \quad S_2 = = = 2'41 \text{ mm}^2$$

$$4 \quad 4$$

Determinación del diámetro de los hilos

$$S = (\cdot d^2) / 4 \quad d = "((4 \cdot S) /)$$

$$4 \cdot 0'57 \quad 4 \cdot 2'41$$

$$d_1 = " = 0'8 \text{ mm} \quad d_2 = " = 1'7 \text{ mm}$$

Determinación del flujo magnético

$$= \cdot S_n = 12000 \cdot 21'99 = 263880 \text{ Mw} = 263880 \cdot 10^{-8} \text{ Wb} = 2'638 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

Determinación de espiras

$$E = 4'44 \cdot f \cdot n \cdot \quad n = E / (4'44 \cdot f \cdot)$$

$$E_1 215'6$$

$$n_1 = = = 371'7 \quad 372 \text{ espiras}$$

$$4'44 \cdot f \cdot \quad 4'44 \cdot 50 \cdot 2'63 \cdot 10^{-3}$$

$$E_2 51$$

$$n_2 = = = 87'9 \quad 88 \text{ espiras}$$

$$4'44 \cdot f \cdot 4'44 \cdot 50 \cdot 2'63 \cdot 10^{-3}$$

220 V 372 espiras

$$127 \text{ V } x1 \cdot x1 = (127 \cdot 372) / 220 = 214'7 \text{ espiras}$$

50 V 88 espiras

$$25 \text{ V } x2 \cdot x2 = (25 \cdot 88) / 50 = 44 \text{ espiras}$$

220 V ! 372 espiras

127 V ! 215

50 V ! 88

25 V ! 44

Determinación de espiras / voltio

$$\text{espiras} / V = n / V$$

$$\text{espiras} / V1 = 372 / 220 = 1'69 \text{ espiras} / V1$$

$$\text{espiras} / V2 = 88 / 50 = 1'76 \text{ espiras} / V2$$

Determinación de bobinados

Altura del núcleo = 54 mm

h 54

Bobinado devanado 1º : nº espiras/capa = = = 67'5 espiras/capa

d1 0'8

n1 372

nº de capas = = = 5'51 capas

espiras/capa 67'5

h 54

Bobinado devanado 2º : nº espiras/capa = = = 27 espiras/capa

d2 2

n2 88

nº de capas = = = 3'25 capas

espiras/capa 27

Espesor de bobinados

$$n^{\circ} \text{ capas enteras}_1 \cdot d_1 + n^{\circ} \text{ capas enteras}_2 \cdot d_2 = 6 \cdot 0'8 + 4 \cdot 2 = 12'8 \text{ mm}$$

• **Prueba de continuidad**

- Primario: infinito
- Secundario: infinito

• **Prueba de aislamiento**

- Primario y chapa: 0
- Secundario y chapa: 0
- Primario y secundario: 0

• **Ensayo en vacío**

- Tensión primario: 121–223 V (127–220 V esperados)
- Tensión secundario: 23–48 V (25–50 V esperados)

• **Ensayo en cortocircuito**

Tensión del aux. 2° (V)	Amperímetro primario (A)	Amperímetro secundario (A)
4'8	Inapreciable	Inapreciable
10'9	0'20	2'5
20'4	0'95	6'7
26'8	1'45	7'3
31'1	1'80	8'5
37'7 (Vcc)	2'30 (IN1)	9'6 (IN2)

Impedancia de cortocircuito:

$$V_{cc} = Z_{cc} \cdot IN1 \quad ! \quad Z_{cc} = V_{cc} / IN1 = 37'7 / 2'3 = 16'39$$

• **Trafo III**

V1 = 220 V (tensión del devanado primario)

V2 = 100 V (tensión del devanado secundario)

= **11750 Gs** (inducción máxima)

= **4 A/mm²** (densidad de corriente)

f = 50 Hz (frecuencia)

3% caída de tensión máxima

0'96 factor de espacio

- Cálculos

Núcleo

$$S_n = a \cdot L = 5'8 \cdot 3'7 = 21'46 \text{ cm}^2 \cdot 0'96 = 20'6016 \text{ cm}^2$$

Potencia

$$P = S_n \cdot V = 20'601 \cdot 220 = 4532'22 \text{ VA}$$

Determinación de corrientes

$$I_2 = P / V = 4532'22 / 220 = 20'601 \text{ A}$$

$$I_1 = I_2 \cdot \sqrt{3} = 20'601 \cdot 1'732 = 35'68 \text{ A}$$

$$E_1 = V_1 - V = 220 - 100 = 120 \text{ V}$$

$$\bullet 100$$

$$I_2 = P / V = 4532'22 / 100 = 45'32 \text{ A}$$

$$E_2 = V_2 - V = 100 - 0 = 100 \text{ V}$$

$$\bullet 100$$

$$I_1 \cdot E_1 = I_2 \cdot E_2 \Rightarrow I_1 = (I_2 \cdot E_2) / E_1$$

$$I_1 = (45'32 \cdot 100) / 120 = 37'77 \text{ A}$$

$$I_1 = 37'77 \text{ A}$$

$$I_2 = 20'601 \text{ A}$$

Determinación de la sección de los hilos

$$S = I^2 / J \Rightarrow I = \sqrt{S \cdot J}$$

$$I_1 = 37'77 \text{ A} \quad I_2 = 20'601 \text{ A}$$

$$S_1 = (I_1^2 / J) = (37'77^2 / 10000) = 1'42 \text{ mm}^2$$

$$4 \quad 4$$

Determinación del diámetro de los hilos

$$S = (\pi \cdot d^2) / 4 \Rightarrow d = \sqrt{(4 \cdot S) / \pi}$$

$$4 \cdot 1'42 \quad 4 \cdot 1'061$$

$$d_1 = \sqrt{(4 \cdot 1'42 / \pi)} = 1'37 \text{ mm} \quad d_2 = \sqrt{(4 \cdot 1'061 / \pi)} = 1'16 \text{ mm}$$

Determinación del flujo magnético

$$\Phi = \mu \cdot S_n = 11750 \cdot 20'6016 = 242238 \text{ Mw} = 242238 \cdot 10^{-8} \text{ Wb} = 2'42 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

Determinación de espiras

$$E = 4'44 \cdot f \cdot n \cdot \Phi \Rightarrow n = E / (4'44 \cdot f \cdot \Phi)$$

$$E1 \text{ } 213'4$$

$$n1 = = = 397'2 \text{ " } 397 \text{ espiras}$$

$$4'44 \cdot f \cdot \Phi = 4'44 \cdot 50 \cdot 2'42 \cdot 10^{-3}$$

$$E2 \text{ } 103$$

$$n2 = = = 191'72 \text{ " } 192 \text{ espiras}$$

$$4'44 \cdot f \cdot \Phi = 4'44 \cdot 50 \cdot 2'42 \cdot 10^{-3}$$

Determinación de espiras / voltio

$$\text{espiras} / V = n / V$$

$$\text{espiras} / V1 = 397'2 / 220 = 1'805 \text{ espiras} / V1$$

$$\text{espiras} / V2 = 191'72 / 100 = 1'91 \text{ espiras} / V2$$

Determinación de bobinados

$$\text{Altura del núcleo} = 48 \text{ mm}$$

$$h \text{ } 48$$

$$\text{Bobinado devanado } 1^\circ : n^\circ \text{ espiras/capa} = = = 60 \text{ espiras/capa}$$

$$d1 \text{ } 0'8$$

$$n1 \text{ } 397'2$$

$$n^\circ \text{ de capas} = = = 6'62 \text{ capas}$$

$$\text{espiras/capa } 60$$

$$h \text{ } 48$$

$$\text{Bobinado devanado } 2^\circ : n^\circ \text{ espiras/capa} = = = 40 \text{ espiras/capa}$$

$$d2 \text{ } 1'2$$

n2 191'72

nº de capas = = 4'79 capas

espiras/capa 40

Espesor de bobinados

nº capas enteras $1 \cdot d1 + n^\circ \text{ capas enteras } 2 \cdot d2 = 7 \cdot 0'8 + 5 \cdot 1'2 = 11'6 \text{ mm}$

• Prueba de continuidad

- Primario: infinito
- Secundario: infinito

• Prueba de aislamiento

- Primario y chapa: 0
- Secundario y chapa: 0
- Primario y secundario: 0

• Ensayo en vacío

- Tensión primario: 216 V (220 V esperados)
- Tensión secundario: 104 V (100 V esperados)

• Ensayo en cortocircuito

Tensión del aux. 2º (V)	Amperímetro primario (A)	Amperímetro secundario (A)
4'9	Inapreciable	1'4
9'8	0'8	2'9
14'8 (Vcc)	1'2 (IN1)	4'2 (IN2)

Impedancia de cortocircuito:

$$V_{cc} = Z_{cc} \cdot IN1 \quad ! \quad Z_{cc} = V_{cc} / IN1 = 14'8 / 1'2 = 12'3$$

• Medidas eléctricas

En este punto vamos a medir las tensiones, intensidades y potencias de varios aparatos eléctricos, valiéndonos de voltímetros, amperímetros y watímetros. Nos guiaremos por esquemas para realizar las distintas conexiones.

• Potencia monofásica con voltímetro, amperímetro y watímetro

Medimos la tensión y la intensidad de tres estufas individualmente y obtenemos la potencia a través de la fórmula $P = V \cdot I$. Posteriormente conectamos cada estufa como está dibujado en el diagrama y el valor obtenido (potencia) ha de ser igual al calculado previamente.

Los terminales 2-5 constituyen la bobina voltimétrica del watímetro; los terminales 1-3 son la bobina amperimétrica del mismo. Las medidas fueron:

	Estufa 1	Estufa 2	Estufa 3
V	220 V	220 V	220 V
I	3'0 A	3'0 A	2'5 A
I (Pa)	3'4 A	3'3 A	2'5 A
$P = V \cdot I$	660 W	660 W	550 W
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	50 Hz
P watímetro	890 W	860 W	850 W

- **Potencia trifásica**
- **Circuito equilibrado**

Medimos la potencia de tres estufas conectadas en triángulo a una red trifásica de 220 V. Ahora los terminales 2–11 son la bobina voltimétrica del watímetro; 1–3 siguen siendo la amperimétrica. Los lugares marcados con una X son donde irán colocadas las cargas (en triángulo, como se aprecia en el esquema.)

Asumiendo que las cargas fuesen totalmente equilibradas y defasadas 120° , si cada estufa consume 1000 W, la potencia marcada en nuestra conexión debería ser de 3000 W.

- **Circuito equilibrado con transformador de intensidad**

La potencia medida es de 3000 W.

- **Circuito desequilibrado**

	R	S	T
I línea	3'6 A	3'3 A	2'5 A
I fase	3'6 A	3'3 A	2'5 A

Las intensidades de línea son iguales a las de fase por la conexión en triángulo. La potencia obtenida es de 3000 W.

- **Factor de potencia monofásico**
- **Estufas**

Medimos el factor de potencia ($\cos \phi$) en las tres estufas. El resultado es igual a uno, porque en las estufas todo es resistencia.

- **Tubo fluorescente**

Tratamos de mejorar el factor de potencia en tubos fluorescentes, añadiendo para ello condensadores de distintos valores en paralelo con el tubo. Los resultados obtenidos son:

- Tubo solo : $\cos \phi = 0'60$
- Tubo + condensador de 6 μF : $\cos \phi = 0'95$
- Tubo + condensador de 16 μF : $\cos \phi = 0'50$

Como vemos, el tubo solo tiene un factor de potencia de 0'6. Al añadirle un condensador de 6 μF lo mejoramos hasta 0'95; eso es lo que buscamos, que se aproxime a la unidad. Si le colocamos un condensador de 16 μF , ya es un valor excesivo, porque el factor de potencia baja a 0'5: lo hemos convertido en capacitivo, mucho peor.

- **Conexión de contadores**

- **Monofásico**

- **Trifásico de potencia activa**

Conexión estrella-triángulo con neutro. Mide potencia activa (kWh)

1 2 3 4 5 6 7 8

- **Trifásico de potencia reactiva**

Conexión estrella-triángulo con neutro. Mide potencia reactiva (kVARh)

- **Banco trifásico**

Construiremos un banco trifásico, es decir, la conexión conjunta de tres transformadores con el fin de obtener mayor potencia. El tipo de conexión será en paralelo, ya que si lo hiciésemos en serie, alteraríamos el valor de la tensión en los devanados secundarios, resultando inútil el banco para nuestros propósitos. Los tres transformadores han de tener la misma relación de transformación.

- **Determinación de los terminales homólogos**

A) $V = 0$ V B) $V = 200$ V

R R

N N

a1 b1 a2 b2 a1 b1 a2 b2

V V

0 100 100 0 0 100 0 100

Para conectar los transformadores lo que hacemos primero es conectar los devanados primarios; en éstos da igual como se conecten, no hay que determinar homólogos porque no va a afectar en el acoplamiento.

Para conectar el secundario hay que determinar los homólogos, y lo haremos de la siguiente manera: primero conectaremos b1 y a2 y en la otra salida de los devanados le conectaremos un voltímetro o simplemente probando con el tester. En el caso A el voltímetro indica el doble de la tensión nominal (200 V), por lo tanto hemos conectado los devanados secundarios en serie y los terminales homólogos son (a1 y a2) y (b1 y b2).

En el caso 2 la tensión obtenida es nula, es decir, de 0 V, por lo tanto hemos conectado los devanados en paralelo y los terminales homólogos serán (a1 y b2) y (a2 y b1). Los homólogos irán siempre conectados al mismo conductor.

- **Determinación del neutro en una red.**

R

S

T

N

N T T S R

----- VL = 380 -----

----- VL=0 ----- --VL= 380 --- -- VL=380 --

VL = 220

VL = 220

VL = 220

• **Conexión EN / TNI**

U V W

U V W

• **Mediciones**

Tomamos las medidas con un tester:

VL 1°	227 UV	226 VW	224 WU
VF 1°	133 UN	128 VN	128 WN
VL 2°	59 0-0 UV	62 0-0 VW	61 0-0 WU
VF 2°	59 0-100 UV	62 0-100 VW	61 0-100 WU

Análisis de resultados:

Cualquiera de los tres trafos conectado individualmente transforma de 220 a 100 V; al estar los tres en conexión estrella, cada bobina del primario está alimentada por 127 V...

VL 1° 220

VF 1° = ! 127 " (conexión estrella)

"3 "3

...y por tanto, el voltaje de fase en las bobinas del secundario también queda modificado de la misma manera:

100

60 "

"3

Los devanados secundarios están en conexión triángulo, por lo que la tensión de fase será igual a la tensión de línea:

$V_F 2^\circ = V_L 2^\circ$ (conexión triángulo)

• Fallo en bobina del primario

Simulamos un fallo en una de las bobinas del devanado primario, desconectando el cable W. Las medidas son:

VL 1°	227 UV	227 VW	225 WU
VF 1°	112 UN	112 VN	193 WN
VL 2°	50 0-0 UV	56 0-0 VW	0 0-0 WU
VF 2°	51 0-100 UV	55 0-100 VW	0 0-100 WU

Análisis de resultados:

La tensión de línea en los devanados primarios no se ve alterada, ya que seguimos midiendo el voltaje entre dos líneas, independientemente de si las bobinas funcionan o no.

Tanto la tensión de línea como la de fase en el devanado secundario de la bobina W es nula, debido a que su devanado primario no está funcionando: no hay flujo de corriente, no se genera F.E.M., etc.

• Fallo en bobina del secundario

VL 1°	226 UV	226 VW	224 WU
VF 1°	113 UN	130 VN	119 WN
VL 2°	51 0-0 UV	64 0-0 VW	76 0-0 WU
VF 2°	51 0-100 UV	64 0-100 VW	76 0-100 WU

• Conexión TZN / EI

U V W

U V W

• **Mediciones**

VL 1°	225 0-0 UV	224 0-0 VW	223 0-0 WU
VF 1°	225 0-220 UN	224 0-220 VN	223 0-220 WN
VL 2°	185 100-100 UV	187 100-100 VW	183 100-100 WU
VF 2°	102 0-100 UV	110 0-100 VW	107 0-100 WU

Análisis de resultados:

La tensión de línea y la de fase en el devanado primario es la misma (en teoría 220 V), por la conexión triángulo del mismo:

$$VL\ 1^\circ = VF\ 1^\circ$$

La tensión de fase del devanado secundario es 100 V (como siempre en teoría), porque estamos midiendo la tensión de la bobina, entre el principio y el fin del devanado, 0-100; este es el valor de transformación en condiciones normales. Por su conexión en estrella, el voltaje de línea del secundario queda multiplicado por raíz cuadrada de 3:

VL

$$VF = \frac{1}{\sqrt{3}} VL\ 2^\circ = VF\ 2^\circ \cdot \sqrt{3}$$

$\sqrt{3}$

• **Fallo en bobina del primario**

Desconexión del cable W en devanado primario. Medidas:

VL 1°	226 0-0 UV	224 0-0 VW	223 0-0 WU
VF 1°	226 0-220 UN	224 0-220 VN	222 0-220 WN
VL 2°	185 100-100 UV	110 100-100 VW	103 100-100 WU
VF 2°	102	110	0

	0-100 UV	0-100 VW	0-100 WU
--	----------	----------	----------

Análisis de resultados:

La tensión de línea en el devanado primario sigue siendo la misma: la corriente siempre transcurre por el lugar más apropiado (camino más corto), pero si éste está cortado, aún podrá fluir por otro camino a causa de la conexión en triángulo de los primarios. El voltaje de fase también es el mismo por idéntica razón y por ser $V_L = V_F$ en triángulo.

La tensión de línea UV en el secundario no se altera, pero sí lo hacen las tensiones VW y WU: la bobina W del primario no funciona y por tanto su devanado secundario tampoco (no hay F.E.M.). Al ser nulo el secundario W, la resistencia que creaba dicho devanado es anulada, y las tensiones de línea en donde intervenía (VW y WU) se modifican reduciéndose, porque el voltaje es directamente proporcional a la resistencia ($V = I \cdot R$)

Por último, la tensión de fase en los secundarios U-neutro y V-neutro es la misma que en condiciones normales (100 V), siendo 0 en W por estar su primario desactivado (de nuevo, no hay flujo, no hay F.E.M ! secundario nulo.)

• Fallo en bobina del secundario

Desconexión del cable W en devanado secundario. Medidas:

VL 1°	227 0-0 UV	224 0-0 VW	223 0-0 WU
VF 1°	227 0-220 UN	224 0-220 VN	222 0-220 WN
VL 2°	185 100-100 UV	0 100-100 VW	0 100-100 WU
VF 2°	102 0-100 UV	110 0-100 VW	0 0-100 WU

Análisis de resultados:

La tensión de línea y de fase en el devanado primario siguen siendo las de siempre (220 V en teoría.)

En los secundarios, con la tensión de línea UV no hay problema; con VW y WU, nos encontramos un valor de 0: el cable W está desconectado y no hay continuidad (estamos midiendo los extremos de una línea rota.)

Respecto a la tensión de fase en los secundarios, U-neutro y V-neutro no plantean problemas (no hay rupturas de por medio.) W-neutro señala 0 voltios: su devanado primario funciona correctamente, pero el secundario tiene un cable partido y no hay continuidad.

• Autómata ordenador

Montacargas monofásico 2 paradas.

100

100

0

220

0

0

0

220

220

0

100

0

A

V

2

1

A

V

S

R

5

3

2

1

3

11

S

R

T

11

8

5

X

X

X

X

X

X

T

S

3

2

1

R

A

V

Dev. 2°

Dev. 1°

8

5

11

11

3

B

1

5

9

H

7

H

B

8

2

T

S

R

X

X

X

I

I

O

O

I

O

N

O

T

III

S

II

R

I

R

I

S

II

T

III

N

O

RED

ABONADO

0

0

220

220

220

0

100

0

0

0

100

