

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2141:1997**

**TRANSFORMADORES DE
CORRIENTE PARA PROTECCIÓN.
ESPECIFICACIONES
PARTICULARES.**

2^{da} Revisión



CODELECTRA
COMITÉ DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA



FONDONORMA

PROLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 2141-84, fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización CT-11 Electricidad y Electrónica por el Subcomité Técnico SC-9 Máquinas y sus Componentes, a través del convenio de cooperación suscrito entre CODELECTRA y FONDONORMA, siendo aprobada por la COVENIN en su reunión N° 147 de fecha 09-07-97.

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes entidades:

CADAFE
ELECTRICIDAD DE CARACAS
C.V.G. EDELCA
ENELVEN

ÍNDICE

	Páginas
1 Objeto	1
2 Referencias normativas	1
2.1 Normas COVENIN	1
3 Definiciones	1
3.1 Transformador de corriente para protección	1
3.2 Corriente primaria límite nominal de precisión nominal	1
3.3 Error compuesto	1
4 Requisitos	1
4.1 Designación de la clase de precisión (Índice de clase)	1
4.2 Valores normalizados de los factores límites de precisión	2
4.3 Clases de precisión normalizadas	2
4.4 Límites de los errores	2
4.5 Transformadores de corriente usados indistintamente para medida y protección	2
5 Métodos de ensayos	2
5.1 Condiciones de ensayo	2
5.2 Ensayo de tipo relativo al error compuesto	2
5.3 Ensayos de rutina relativos al error compuesto	3
6 Marcación	3
Bibliografía	3
Tabla 1. Límites de los errores	4
Anexo A (Informativo) Transformadores de corriente para protección	5
Figura A1. Diagrama fasorial	8
Figura A2. Triángulo de error	8
Figura A3. Distorsión en las corrientes secundarias y de excitación debido a la presencia de armónicos	9
Figura A4. Esquema del método directo	9
Figura A5. Esquema de medida del error compuesto por un método directo usual	10
Figura A6. Otro esquema del método directo de medida del error compuesto	10

**NORMA VENEZOLANA
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PARA
PROTECCIÓN. ESPECIFICACIONES PARTICULARES.**

**COVENIN
2141:1997**

1 OBJETO

Esta norma venezolana establece los requisitos mínimos que deben cumplir los transformadores de corriente para protección, adicionales a los requisitos indicados en la norma venezolana COVENIN 2140.

Esta norma se refiere en particular a los transformadores que deben asegurar la protección conservando una precisión suficiente para las corrientes que alcancen valores varias veces superiores a la corriente nominal.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes Normas contienen disposiciones que al ser citadas en el texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma esta sujeta a revisiones se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las Normas citadas seguidamente.

2.1 NORMAS COVENIN:

COVENIN 2140-97 Transformadores de corriente.
Especificaciones generales.

3 DEFINICIONES

Las definiciones utilizadas en esta norma son las contempladas en la norma venezolana COVENIN 2140 complementadas por las siguientes:

3.1 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA PROTECCIÓN

Es el transformador de corriente destinado a alimentar equipos de protección (reles).

3.2 CORRIENTE PRIMARIA LIMITE NOMINAL DE PRECISIÓN NOMINAL

Es el valor más elevado de la corriente primaria para el cual el transformador debe cumplir con las especificaciones relativas al error compuesto.

3.3 ERROR COMPUESTO

3.3.1 En las condiciones de régimen permanente, es el valor eficaz de la diferencia entre:

- a) Los valores instantáneos de la corriente primaria.
- b) El producto de la relación de transformación nominal por los valores instantáneos de la corriente secundaria.

Nota 1: Los signos positivos de las corrientes primarias y secundarias corresponden a los convenios admitidos para la marcación de los bornes.

3.3.2 El error compuesto ϵ_c , se expresa en tanto por ciento del valor eficaz de la corriente primaria, según la fórmula:

$$\epsilon_c = \frac{100}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (K_n \times i_s - i_p)^2 dt}$$

donde:

K_n = Relación de transformación nominal.

I_p = Valor eficaz de la corriente primaria.

i_p = Valor instantáneo de la corriente primaria.

i_s = Valor instantáneo de la corriente secundaria.

T = Período de la corriente

4 REQUISITOS

4.1 DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE PRECISIÓN (ÍNDICE DE CLASE)

La clase de precisión de un transformador de corriente para protección se debe designar por un número (índice de clase) y la letra P (inicial de protección). El índice de clase indica el límite superior del error compuesto para la corriente límite de precisión nominal y la carga nominal.

4.2 VALORES NORMALIZADOS DE LOS FACTORES LÍMITES DE PRECISIÓN

Los factores de precisión normalizados son los siguientes:

5 - 10 - 15 - 20 - 30

4.3 CLASES DE PRECISIÓN NORMALIZADAS

Las clases de precisión normalizadas de los transformadores de corriente para protección son las siguientes:

5 P y 10 P

4.4 LÍMITES DE LOS ERRORES

4.4.1 Para potencia y frecuencia nominales, el error de corriente, el de fase y el compuesto, no deben exceder los valores indicados en la tabla 1.

4.4.2 Para determinar el error de corriente y el de fase, la carga debe ser inductiva e igual a la carga nominal con un factor de potencia igual a 0,8 con la excepción de que cuando la carga total sea inferior a 5 VA, puede ser resistiva (factor de potencia 1).

4.4.3 Para determinar el error compuesto, la carga puede tener un factor de potencia comprendido entre 0,8 inductivo y 1, a elección del fabricante.

4.5 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE USADOS INDISTINTAMENTE PARA MEDIDA Y PROTECCIÓN

Los transformadores de corriente usados indistintamente para medida y protección deben cumplir con todo lo referente a la presente norma.

5 MÉTODOS DE ENSAYOS

5.1 CONDICIONES DE ENSAYO

Los ensayos se deben realizar a la corriente primaria nominal y con una carga igual a la nominal, para comprobar la conformidad del error de corriente y de fase con las prescripciones indicadas en el punto 4.4.

5.2 ENSAYO DE TIPO RELATIVO AL ERROR COMPUESTO

5.2.1 Los ensayos de tipo destinados a comprobar la conformidad de los transformadores con los límites del error compuesto indicados en la tabla 1, se deben efectuar mediante un método directo en el cual se somete el

devanado primario a una corriente sinusoidal y de valor eficaz igual al de la corriente límite de precisión nominal, mientras el secundario va conectado a una carga cuyo valor es igual a la carga nominal con un factor de potencia comprendido entre 0,8 inductivo y 1 (véase el anexo A). El ensayo de tipo se puede efectuar en un transformador similar al suministrado, excepto que su aislamiento puede ser inferior siempre que se mantenga en ambos la misma disposición geométrica.

Nota 1: Cuando se trata de transformadores con primario de barra única, la distancia del conductor de retorno del primario debe ser tal que se reproduzcan lo mejor posible las condiciones de servicio.

5.2.2 En los transformadores cuyo circuito magnético es toroidal, con un devanado secundario uniformemente repartido sobre el mismo y con un primario constituido, bien por un conductor (o conductores) situado (s) según el eje del toroide, o por un devanado uniformemente repartido sobre el toroide, se puede sustituir el ensayo directo por el ensayo indirecto que se describe a continuación, siempre que el efecto de la corriente primaria de retorno sea despreciable:

a) Con el devanado primario en circuito abierto, se alimenta el devanado secundario con una tensión sinusoidal a frecuencia nominal cuyo valor eficaz es igual a la fuerza electromotriz límite secundaria.

b) La corriente de excitación resultante, expresada en tanto por ciento del producto de la corriente secundaria nominal por el factor límite de precisión, no debe sobrepasar el límite del error compuesto indicado en la tabla 1.

Nota 2: En el cálculo de la fuerza electromotriz límite secundaria, se admite que la impedancia del devanado secundario es igual a su resistencia a la temperatura de 75°C.

Nota 3: En la determinación del error compuesto mediante el método indirecto, no es necesario tener en cuenta una posible diferencia entre la relación de espiras y la relación nominal de transformación.

5.3 ENSAYOS DE RUTINA RELATIVOS AL ERROR COMPUESTO

5.3.1 Para los transformadores indicados en el punto 5.2.2, los ensayos de rutina deben ser los mismos que los ensayos de tipo.

5.3.2 Para los demás transformadores, también se puede efectuar un ensayo indirecto en vacío, pero a los resultados conseguidos se debe aplicar un factor de corrección obtenido mediante un ensayo comparativo entre los resultados de los métodos directos e indirectos y obtenidos de un transformador de igual tipo al transformador considerado, situado en las mismas condiciones de carga y factor límite de precisión (véase la nota 5). En tales casos, el fabricante debe estar en condiciones de entregar un certificado de los resultados del ensayo comparativo.

Nota 4: El factor de corrección es igual a la relación de los errores compuestos obtenidos respectivamente por los métodos directo e indirecto indicados en el punto 5.2.1.

Nota 5: La expresión "transformador del mismo tipo" implica que los amperes vueltas sean los mismos, independientes de la relación de transformación, que los núcleos tengan las mismas dimensiones y estén constituidos por el mismo material magnético y que los devanados secundarios sean idénticos.

6 MARCACIÓN.

PLACA DE CARACTERÍSTICAS

6.1 La placa de características debe contener todos los datos que se especifican en la norma venezolana COVENIN 2140.

6.2 El factor límite de precisión se debe indicar a continuación de la potencia y de la clase de precisión correspondiente (por ejemplo: 30VA clase 5P 10).

Nota 6: Un transformador de corriente que satisfaga los requisitos de diversas combinaciones de potencia, clase de precisión y factor límite de precisión, puede marcarse de acuerdo con todos ellos.

BIBLIOGRAFÍA

- COVENIN 674-74 Vocabulario Electrotécnico Internacional. Grupo 20. Aparatos de medida.
- IEC 185-1990 Current Transformer

Tabla 1 Límites de los errores

Clase de precisión	Error de corriente en %, a su valor nominal en el primario	Error de fase a la corriente primaria nominal		Error compuesto a la corriente primaria límite de precisión nominal, en %
		Minutos	Centirradiantes	
5P	± 1	± 60	± 1,8	5
10P	± 3	----	----	10

**ANEXO A
(INFORMATIVO)
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PARA PROTECCIÓN**

A.1 DIAGRAMA VECTORIAL

A.1.1 Si se admite que el transformador de corriente y su carga son comparables a un sistema electromagnético lineal, una corriente primaria de forma sinusoidal determina corrientes, tensiones y flujos que son igualmente sinusoidales y el funcionamiento del transformador puede representarse mediante el diagrama fasorial de la figura A1.

A.1.2 En la figura A1, "Is" representa la corriente secundaria que atraviesa el devanado secundario y la carga, lo que determina la magnitud y la fase de la fuerza electromotriz "Es" que debe inducirse en el devanado secundario. Dicha fuerza electromotriz determina a su vez el flujo " ϕ " en cuadratura con ella. El flujo lo producen los amperes-vueltas resultantes de los devanados primario y secundario o, de forma equivalente, la corriente de excitación secundaria "Ie", la cual es la suma fasorial de una corriente magnetizante "Im" paralela a " ϕ " y de una componente activa "Ia" (de pérdidas) paralela a "Es". La suma fasorial de las corrientes "Is" e "Ie" es el fasor "I'p" que representa la corriente primaria dividida por la relación de espiras (es decir, la relación entre el número de espiras secundarias y primarias).

A.1.3 Por lo tanto, para un transformador de corriente con relación de espiras igual a la relación de transformación nominal, la diferencia de módulo de los fasores "Is" e "I'p" respecto al módulo de "I'p" es el error de corriente, de acuerdo con la norma venezolana COVENIN 2140 y el ángulo entre los fasores "Is" e "Ip" es el error de fase de acuerdo con la norma venezolana COVENIN 2140.

A.2 CORRECCIÓN DE ESPIRAS

A.2.1 Cuando la relación de espiras sea diferente de la relación de transformación nominal (generalmente inferior a ésta), se dice que el transformador de corriente tiene corrección de espiras. Por lo tanto, en la evaluación del error, es necesario distinguir entre "I'p" (corriente primaria dividida por la relación de espiras) e "Ip" (corriente primaria dividida por la relación de transformación nominal). La ausencia de corrección de espiras significa que "I'p" = "Ip". Si existe corrección de espiras, "I'p" es diferente de "Ip", y como se utiliza "I'p" en el diagrama fasorial e "Ip" para la determinación del error de corriente de corriente, se debe ver que la corrección de espiras incluye en el error de corriente (puede utilizarse a tal efecto). Sin embargo los

fasores "I'p" e "Ip" tienen la misma dirección por lo que la corrección de espiras no influye en el error de fase.

A.2.2 También puede verse que la corrección de espiras influye menos en el error compuesto que en el error de corriente.

A.3 TRIÁNGULO DE ERROR

A.3.1 Si se admite que el ángulo δ es lo suficientemente pequeño para que puedan considerarse paralelos los fasores "Is" e "I'p", se pueden sustituir el arco de círculo de radio "Is" por la perpendicular trazada desde el extremo de "Is" sobre "I'p". Se obtiene entonces la figura A2 que representa a gran escala la parte superior de la figura A1 en ausencia de corrección de espiras. Entonces se puede, con un aproximación suficiente, utilizar la componente " ΔI " de "Ie" en fase con "I'p" para determinar el error de corriente, en vez de utilizar la diferencia aritmética entre "I'p" e "Is", y la componente en cuadratura " ΔIq " de "Ie" para expresar el error de fase.

A.3.2 Con las mismas hipótesis, el error compuesto (definido en la norma venezolana COVENIN 2140) viene dado por la corriente de excitación "Ie" dividida por "I'p".

A.3.3 Por lo tanto, para un transformador de corriente sin corrección de espiras y en condiciones en que es válida una representación fasorial, el error de corriente, el error de fase y el error compuesto, forman un triángulo rectángulo.

A.3.4 En este triángulo, la hipotenusa, que representa el error compuesto, depende de la impedancia total del circuito secundario (suma geométrica de la impedancia de la carga y de la del devanado secundario), mientras que la descomposición en error de corriente y en error de fase, depende del factor de potencia de esta impedancia total y de la corriente de excitación. El error de fase sería nulo si "Is" e "Ie" estuvieran en fase.

A.4 ERROR COMPUESTO

A.4.1 La aplicación del error compuesto es interesante principalmente cuando no es aplicable la representación fasorial debido a la presencia de armónicos en la corriente secundaria y en la corriente de excitación (véase la figura A3).

A.4.2 El error compuesto incluye el efecto causado por la presencia de armónicos en la corriente secundaria que no existen en la corriente primaria (La corriente primaria siempre se considera sinusoidal en la presente norma).

A.5 MEDICIÓN DEL ERROR COMPUESTO POR UN MÉTODO DIRECTO USUAL

A.5.1 La figura A4 representa el esquema del principio del método directo de medición para un transformador, cuya relación de espiras es igual a 1. Se supone que la fuente de alimentación suministra una corriente primaria sinusoidal y el devanado secundaria (unido a la carga "Z_B" de característica lineales) se conecta de forma que el amperímetro "A" sea atravesado por la diferencia de las corrientes primarias y secundarias. El valor eficaz que mide este aparato es por consiguiente el de la corriente de excitación y su relación con el valor eficaz de la corriente primaria es el error compuesto, tal como se define en la norma venezolana COVENIN 2140 teniendo en cuenta las condiciones del ensayo.

A.5.2 La figura A5 representa el esquema de principio del método directo de medición ampliado al caso de un transformador de relación de transformación diferente de 1. En este esquema, "N" es un transformador de la misma relación de transformación nominal que el transformador "X" en ensayo. Este transformador "N" debe tener un error compuesto despreciable en las condiciones de ensayo (su carga se limita prácticamente al amperímetro "A1"). El transformador "X" va conectado a su carga nominal "Z_B" y los devanados secundarios de "N" y de "X" se conectan de manera que el amperímetro "A2" mida la diferencia de sus corrientes. Ambos circuitos primarios vienen alimentados por la misma fuente de corriente sinusoidal. En estas condiciones, la relación (expresada en tanto por ciento) del valor eficaz de la corriente medida por el amperímetro "A2", con la medida por el amperímetro "A1", es el error compuesto del transformador "X".

A.5.3 Es de destacar que el valor del error compuesto de "N", debe ser despreciable en este método. En efecto, no es suficiente que el valor del error compuesto sea conocido ya que por su misma complejidad (especialmente debido a deformaciones de onda) las correcciones necesarias no podrían efectuarse.

A.6 OTRO MÉTODO DIRECTO DE MEDICIÓN DEL ERROR COMPUESTO

A.6.1 Pueden utilizarse otros métodos directos de medición del error compuesto.

A.6.2 El método cuyo esquema viene representado en la figura A6, presenta sobre el de la figura A5 la ventaja de no necesitar el empleo de un transformador de precisión especial. En efecto, en el método de la figura A5 el transformador "N", de la misma relación que el "X", debe tener un error compuesto despreciable para la corriente límite de precisión nominal del transformador "X", mientras que en el método de la figura A6, los transformadores de precisión "N" y "N'" se ven sometidos sólo a corrientes del orden de sus corrientes nominales. Queda bien entendido que es imprescindible que sus errores compuestos sean despreciables en las condiciones del ensayo, pero ésta exigencia es más fácil de cumplir.

A.6.3 En la figura A6, "N" es un transformador de precisión cuya corriente primaria nominal es cercana a la corriente límite de precisión nominal del transformador "X" (es decir, del valor de la corriente primaria con la cual debe efectuarse el ensayo). La corriente primaria nominal del transformador de precisión "N", debe ser del mismo orden de magnitud que la corriente secundaria de "X" correspondiente a la corriente primaria límite de precisión nominal. No debe olvidarse que el transformador "N" constituye parte integrante de la carga "Z_B" del transformador "X" por lo que debe tenerse en cuenta en la determinación de la impedancia "Z'B".

"A₁" y "A₂" son dos amperímetros y hay que asegurarse que el "A₂" mida efectivamente la diferencia de las corrientes secundarias de los transformadores "N" y "N'".

A.6.4. Si las relaciones de transformación nominales de los transformadores "N", "N'" y "X" se designan respectivamente por "K_n", "K'n" y "K_{nx}", la relación debe ser igual al producto de las otras dos.

$$K_n = K'n \cdot K_{nx}$$

A.6.5 En estas condiciones, la relación (expresada en tanto por ciento) de los valores eficaces de las corrientes en los amperímetros "A₂" y "A₁" es el error compuesto del transformador "X".

Nota 7: En el caso de utilizar los circuitos de medición representados en las figuras A5 y A6, hay que asegurarse de que la potencia absorbida por el amperímetro "A2" es suficientemente pequeña. La caída de tensión en este amperímetro (dividida por la relación de transformación del transformador "N" en el caso de la figura A6) se combina con la tensión en la carga "Z_B" y, en consecuencia, modifica la carga efectiva del transformador "X" (de hecho tiende a reducirla). Por otra parte, esta misma caída de tensión en "A2" representa un incremento de la carga efectiva del transformador "N".

A.7 UTILIZACIÓN DEL ERROR COMPUESTO

A.7.1 El error compuesto es siempre superior o igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados del error de corriente y del error de fase, estando este último expresado en centirradiaes.

A.7.2 De ello resulta que el error compuesto es siempre el límite superior tanto del error de corriente como del error de fase.

A.7.3 El error de corriente afecta especialmente a los relés de protección de sobre corriente; el error de fase afecta especialmente a los equipos de protección sensibles a la fase (por ejemplo, relés direccionales).

A.7.4 En el caso de relés diferenciales, se debe tomar en consideración la combinación de los errores compuestos de las transformadores.

A.7.5 Una ventaja suplementaria de la limitación del error compuesto es la limitación resultante de la distorsión de la corriente secundaria, lo que constituye, para algunos tipos de equipos de protección, una condición de buen funcionamiento.

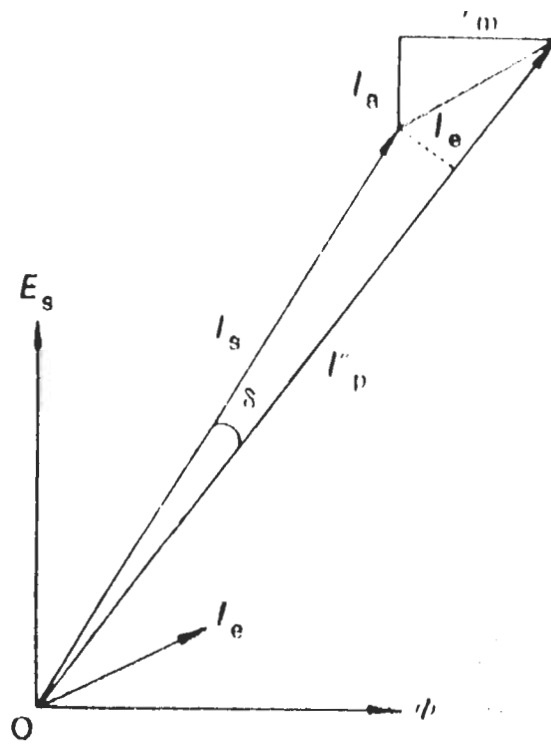


Figura A1: Diagrama fasorial

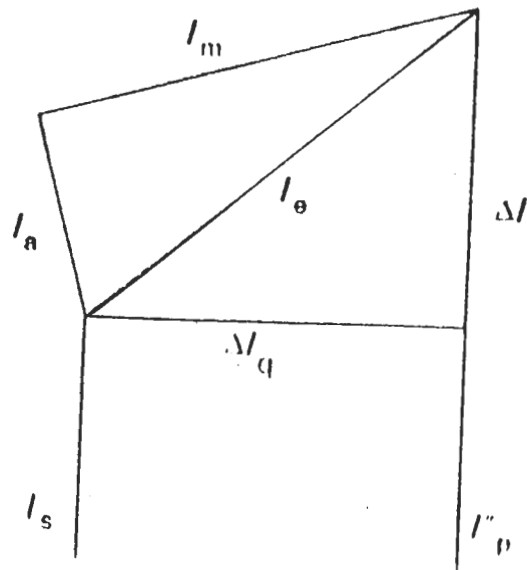


Figura A2: Triángulo de error

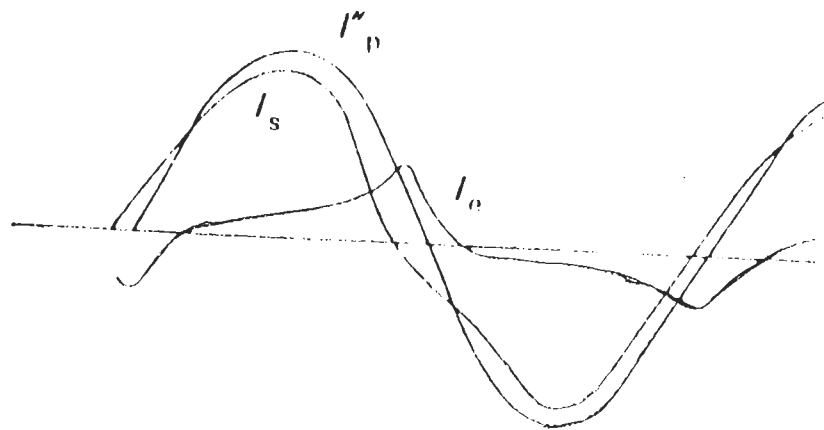


Figura A3: Distorsión en las corrientes secundarias y de excitación debido a la presencia de armónicos

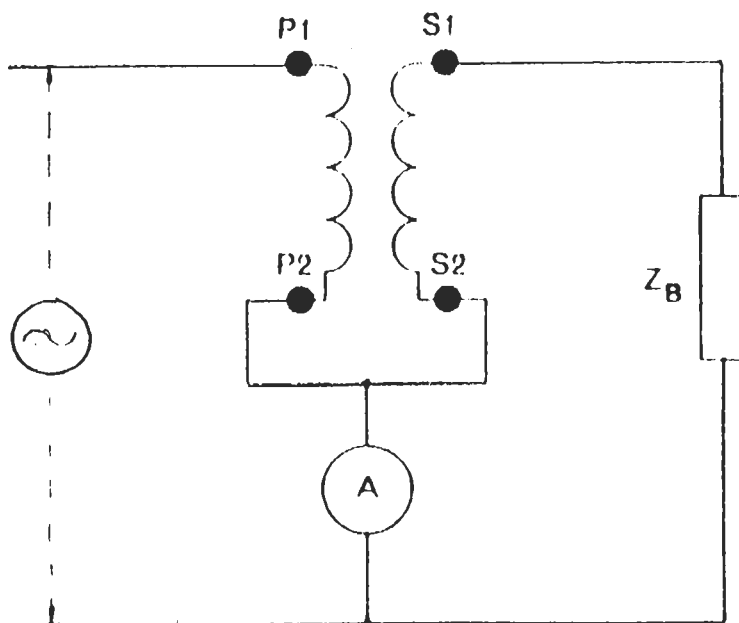


Figura A4: Esquema del método directo

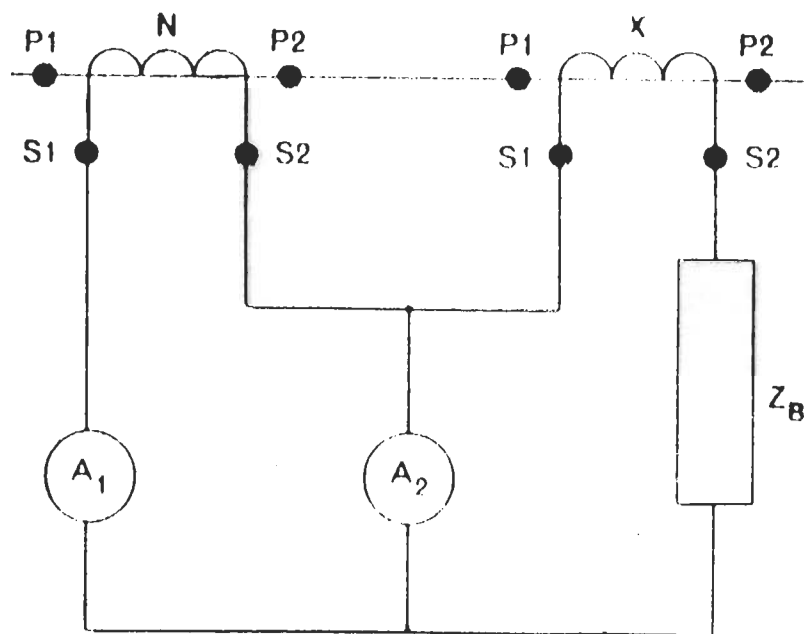


Figura A5: Esquema de medida del error compuesto por un método directo usual.

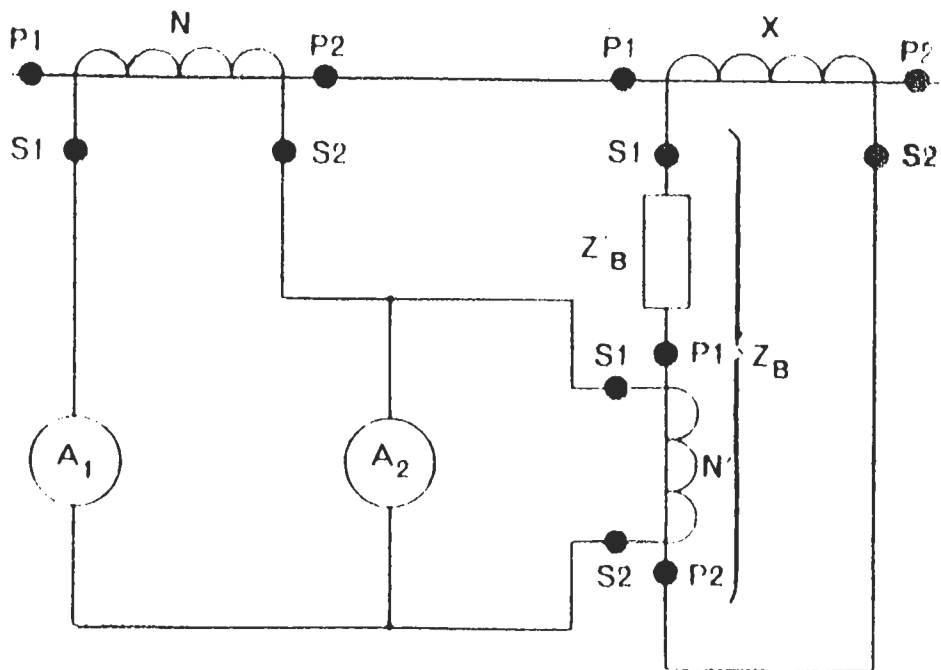


Figura A6: Otro esquema del método directo de medida del error compuesto.

COVENIN
2141:1997

CATEGORÍA
C

CODELECTRA
Comité de Electricidad de Venezuela

Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51
Teléfonos: 285-28-67/77-74 Fax: 285-47-87
E-mail: codelectra@codelectra.org
Página Web: w.w.w.codelectra.org

ICS: 29.180
ISBN: 980-06-1866-X

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Transformadores, transformadores de seguridad, especificaciones.