

REGLAS NORMALES

DEL

INSTITUTO AMERICANO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS

PARA LA

CLASIFICACIÓN Y EL ENSAYO

DE LAS

MAQUINAS Y TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS

Nueva York, 17 de Junio de 1907.

DR. SAMUEL SHELDON,
PRESIDENTE DEL INSTITUTO AMERICANO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS.

Calle del Oeste, 33-39.
Nueva York.

Muy señor mío:

De conformidad con la proposición del Dr. Steinmetz, presentada en la última Asamblea anual del Instituto, celebrada en Millwankee, las Reglas Normales han sido revisadas, tanto por lo que se refiere a su redacción como a su lenguaje, para ponerlas de acuerdo con las observaciones hechas por algunos individuos del Instituto, trabajo realizado por la Comisión de Patrones, la cual se ha reunido para este objeto todos los meses, a partir de Septiembre último.

En la proposición del Dr. Steinmetz se establece que las Reglas Normales, una vez redactadas por la Comisión, pasarán a la Junta directiva para su aprobación definitiva y para su promulgación. Por lo tanto, remito a usted las citadas Reglas para que tenga la bondad de entregarlas a dicha Junta, esperando que ésta las otorgará su aprobación.

Suyo afectísimo,

(Firmado) FRANCIS B. CROCKER.

Presidente de la Comisión de Patrones.

COMISIÓN DE PATRONES

FRANCIS B. CROCKER, Presidente, Universidad de Columbia, New York.

ARTHUR W. BERRESFORD, CHARLES F. ESCOTT, Pittsburg, Pa.

DUGALD C. JACKSON, Madison, Wis. HENRY G. STOTT, New-York, N. Y.

ARTHUR E. KENNELLY, Cambridge, Mass. CHARLES P. STEINMETZ, Schenectady.

C. O. MAILLOUX, New-York, N. Y. SAMUEL W. STRATTON, Washington, D. C.

ROBERT B. OWENS, Montreal, Can. ELIHU THOMSON, Lynn, Mass.

Aprobadas por la Junta directiva en 21 de Junio de 1907.

RALPH W. POPE,
Secretario.

Nueva York 21 de Junio de 1907.

Reglas normales del Instituto americano de Ingenieros electricistas.

PROGRAMA

I. DEFINICIONES Y EXPRESIONES TÉCNICAS

- A. DEFINICIONES.—CORRIENTES.
- B. DEFINICIONES.—MÁQUINAS GIRATORIAS.
- C. DEFINICIONES.—APARATOS DE INDUCCIÓN ESTÁTICOS.
- D. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS APARATOS.
- E. MOTORES.—CLASIFICACIÓN POR SU VELOCIDAD.
- F. DEFINICIÓN Y EXPLICACIÓN DE LAS EXPRESIONES.

- (I) Factor de carga.
- (II) Carga óhmica é inductiva.
- (III) Factor de potencia y factor de reactancia.
- (IV) Factor de saturación.
- (V) Variación y pulsación.

II. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y ENSAYOS

- A. TARA.
- B. FORMA DE LA CURVA.
- C. RENDIMIENTO.
 - (I) Definiciones.
 - (II) Medida del rendimiento.
 - (III) Medida de las pérdidas de energía.
 - (IV) Rendimiento de los aparatos.
 - (A) Máquinas conmutadoras de corriente directa.
 - (B) Máquinas conmutadoras de corriente alterna.
 - (C) Máquinas conmutadoras sincronicas.
 - (D) Máquinas sincronicas.
 - (E) Aparatos de inducción estáticos.
 - (F) Aparatos de inducción giratorios.
 - (G) Máquinas unipolares ó accicililas.
 - (H) Rectificadores.
 - (I) Líneas.
 - (J) Aparatos con diferencia de fase.

D. REGULACIÓN.

- (I) Definiciones.
- (II) Condiciones y pruebas.

E. AISLAMIENTOS.

- (I) Resistencia de aislamiento.
- (II) Resistencia dieléctrica.
 - (A) Voltaje de los ensayos.
 - (B) Métodos para hacer los ensayos.
 - (C) Métodos para medir el voltaje de los ensayos.
 - (D) Aparatos para producir el voltaje de los ensayos.

F. CONDUCTIBILIDAD.

G. ELEVACIÓN DE TEMPERATURA.

- (I) Medida de la temperatura.
 - (A) Métodos.
 - (B) Condiciones normales para las pruebas.
- (II) Límites para la elevación de temperatura.
 - (A) Máquinas en general.
 - (B) Aparatos de inducción giratorios.
 - (C) Aparatos de inducción estáticos.
 - (D) Reostatos.
 - (E) Límites recomendados para casos especiales.

H. SOBRECARGAS.

III. VOLTAJES Y FRECUENCIAS.

- A. VOLTAJES.
- B. FRECUENCIAS.

IV. CONSEJOS GENERALES

V. APÉNDICES Y TABLAS NUMÉRICAS

APÉNDICE A.—NOTACIÓN.

APÉNDICE B.—MOTORES PARA FERROCARRIL.

(I) Tara.

(II) Elección de motor para un servicio determinado.

APÉNDICE C.—FOTOMETRÍA Y LÁMPARAS.

APÉNDICE D.—DISTANCIAS A QUE SE PRODUCE LA DESCARGA ELÉCTRICA.

APÉNDICE E.—COEFICIENTES DE TEMPERATURA.

I. DEFINICIONES Y EXPRESIONES TÉCNICAS

1 Nota.—En las definiciones y clasificaciones adoptadas se ha dado gran importancia a su claridad desde el punto de vista de las aplicaciones, sacrificando en más de una ocasión el rigor científico.

A.—DEFINICIONES.—CORRIENTES

2 CORRIENTE DIRECTA es la corriente que tiene una sola dirección.

3 CORRIENTE CONTINUA es toda corriente directa sin ondulaciones, es decir, cuya intensidad es constante.

4 CORRIENTE ONDULADA es una corriente equivalente a la superposición de una corriente alterna sobre otra continua.

5 CORRIENTE ALTERNA es aquella corriente cuya representación gráfica está constituida por medias ondas de la misma superficie situadas alternativamente por encima y por debajo del eje de los tiempos.

6 CORRIENTE OSCILANTE es una corriente alterna con amplitud decreciente.

B.—DEFINICIONES.—MÁQUINAS GIRATORIAS

7 GENERADOR es toda máquina que transforma energía mecánica en energía eléctrica.

8 GENERADOR DE CORRIENTE DIRECTA es el que produce corriente directa continua a ondulada.

9 ALTERNADOR ó GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA es el que produce corriente alterna monofásica ó polifásica.

10 GENERADOR POLIFÁSICO es el que produce varias corrientes cuyas diferencias de fase son iguales, por ejemplo, corrientes difásicas en las que las diferencias entre las fases de los voltajes de cada uno de los dos circuitos son 90 grados, ó trifásicas en las que dichas diferencias para cada uno de los tres circuitos son 120 grados.

11 GENERADOR DE DOBLE CORRIENTE es el que produce corriente alterna y directa.

12 MOTOR es toda máquina que transforma energía eléctrica en energía mecánica.

13 BOOSTER es toda máquina montada en serie en un circuito con objeto de modificar el voltaje de éste; se puede mover con un motor cualquiera ó con un motor eléctrico, en cuyo caso el grupo así formado se llama motor-booster.

14 MOTOR GENERADOR es un aparato transformador constituido por un motor eléctrico y uno ó varios generadores, acoplados mecánicamente.

15 DINAMO-MOTOR es un aparato transformador constituido por un campo magnético y por dos armaduras, una de las cuales recibe corriente y la otra la produce, ó por una sola armadura con dos devanados y dos colectores independientes.

16 CONVERTIDOR es una máquina que, por medio de un movimiento de rotación, cambia la forma de la energía eléctrica. Existen los siguientes tipos de convertidores:

17 a. CONVERTIDOR DE CORRIENTE DIRECTA que transforma una corriente directa en otra también directa.

18 b. CONVERTIDOR SÍNCRONO, llamado generalmente convertidor rotatorio, que transforma una corriente alterna en otra continua ó vice-versa.

19 c. MOTOR CONVERTIDOR, que es la combinación de un motor de inducción con un convertidor sincrónico, cuya armadura es alimentada por el secundario del motor con una corriente de frecuencia distinta de la correspondiente a la línea, ó, lo que es lo mismo, este convertidor es un grupo constituido por un convertidor sincrónico y un motor de inducción acoplados eléctricamente.

20 d. CONVERTIDOR DE FRECUENCIA, que transforma un sistema de corrientes alternas en otro sistema de corrientes también alternas, pero de distinta frecuencia, con ó sin variación en los voltajes y número de fases.

21 e. CONVERTIDOR GIRATORIO DE FASES, que transforma un sistema de corrientes alternas en otro sistema de corrientes también alternas con distinto número de fases, pero con la misma frecuencia que el primero.

C.—DEFINICIONES.—APARATOS DE INDUCCIÓN ESTÁTICOS

22 LOS APARATOS DE INDUCCIÓN ESTÁTICOS cambian la forma de la energía eléctrica por medio de la energía magnética. Existen los siguientes tipos:

23 a. TRANSFORMADORES con dos devanados, primario y secundario, completamente independientes y aislados uno de otro.

24 b. AUTOTRANSFORMADORES, llamados también compensadores, con un solo devanado; que puede ser el primario ó el secundario, una parte del cual constituye a su vez el secundario ó el primario, respectivamente.

25 c. REGULADORES DE POTENCIAL; aparatos constituidos por dos carretes, uno en serie y otro en derivado, con relación al circuito y

dispuestos de tal manera que pueda variarse a voluntad la relación de transformación; pueden ser de tres clases.

26 (a) REGULADORES DE POTENCIAL COMPENSADORES, en los que el número de vueltas de uno de los carretes puede variar entre ciertos límites.

27 (b) REGULADORES DE POTENCIAL DE INDUCCIÓN, en los que puede variar la posición relativa de los dos carretes.

28 (c) REGULADORES DE POTENCIAL MAGNÉTICOS, en los que puede variar la dirección del flujo magnético con relación a los carretes.

29 (d) CARRETES DE REACTANCIA, que son aparatos de inducción estáticos que se emplean para producir reactancias ó diferencias de fase.

D.—CLASIFICACION GENERAL DE LOS APARATOS

30 MÁQUINAS CONMUTADORAS.—Con este nombre se designan: los generadores, motores y boosters de corriente directa, los motores generadores, los dinamos-motores, los convertidores, los compensadores, las máquinas con circuito cerrado para arcos y los motores conmutadores para corriente alterna.

31 Las máquinas conmutadoras se clasifican de la manera siguiente:

32 a. MÁQUINAS CONMUTADORAS DE CORRIENTE DIRECTA, constituidas por un campo magnético de polaridad constante, por una armadura con carretes cerrados y por un colector cuyos segmentos se enlazan con éstos.

33 b. MÁQUINAS CONMUTADORAS DE CORRIENTE ALTERNA, constituidas por un campo magnético de polaridad alterna, por una armadura con carretes cerrados y por un colector cuyos segmentos se enlazan con éstos.

34 c. MÁQUINAS CONMUTADORAS SÍNCRONAS, que comprenden los convertidores sincrónicos, los motores-convertidores y los generadores de doble corriente.

35 MÁQUINAS SÍNCRONAS, constituidas por un campo magnético constante y por una armadura que produce ó recibe corrientes alternas sincrónicas con el movimiento de la máquina, es decir, con una frecuencia igual al producto del número de pares de polos por la velocidad expresada en vueltas por segundo.

36 APARATOS DE INDUCCIÓN ESTÁTICOS, que comprenden los transformadores, los reguladores de potencial y los carretes de reactancia.

37 APARATOS DE INDUCCIÓN GIRATORIOS ó MÁQUINAS DE INDUCCIÓN, constituidos por dos devanados, primario y secundario, que tienen un movimiento relativo de giro: comprenden los motores de inducción, los generadores de inducción, los convertidores de frecuencia y los convertidores de fase.

38 MÁQUINAS ACÍOLICAS ó UNIPOLARES, en las cuales, el voltaje producido en los conductores activos conserva una dirección constante.

39 APARATOS RECTIFICADORES, GENERADORES DE CORRIENTE ONDULADA.

40 APARATOS ELECTROESTÁTICOS, como son los condensadores, etc.

41 APARATOS ELECTROQUÍMICOS, como son los acumuladores, etc.

42 APARATOS ELECTROTÉRMICOS, como son los reostatos, caloríferos, etc.

43 APARATOS DE PROTECCIÓN, como son los fusibles, pararrayos, etcétera.

44 FOCOS DE LUZ.

E.—MOTORES.—CLASIFICACION POR SU VELOCIDAD

45 LOS MOTORES, se pueden clasificar por su velocidad en la forma siguiente:

46 a. MOTORES CON VELOCIDAD CONSTANTE, en los que la velocidad es constante, ó puede admitirse prácticamente que lo es, como sucede en los motores sincrónicos, en los motores de inducción con deslizamiento pequeño y en los motores en derivado de corriente directa.

47 b. MOTORES CON VARIAS VELOCIDADES (dos, tres ó más), en los que la velocidad puede tener distintos valores independientes de la carga, como sucede en los motores con dos devanados sobre la armadura.

48 c. MOTORES CON VELOCIDAD REGULABLE, en los que la velocidad puede tener varios valores sucesivos comprendidos entre límites muy amplios, y tales que, dispuesto el motor para uno cualquiera de ellos, la velocidad permanece prácticamente constante, aun cuando la

carga no lo sea, como sucede en los motores en derivado cuyos campos pueden sufrir variaciones de intensidad de gran amplitud.

49 *d.* MOTORES CON VELOCIDAD VARIABLE en los que la velocidad varía con la carga, disminuyendo cuando ésta aumenta, como sucede en los motores serie.

F.—DEFINICION Y EXPLICACION DE ALGUNAS EXPRESIONES

(I) FACTOR DE CARGA

50 FACTOR DE CARGA de una máquina, de una central ó de una instalación completa, es la relación que existe entre la energía media y la máxima durante un periodo de tiempo determinado. La energía media que se considera generalmente es la correspondiente al día ó al año, y la máxima es la mayor observada durante un periodo muy corto dentro del día ó del año.

51 Siempre se especificará con toda claridad la duración del periodo de la carga máxima, duración que depende de las circunstancias locales y del objeto para que se determina el factor de carga.

(II) CARGA ÓHMICA Y CARGA INDUCTIVA.

52 CARGA ÓHMICA es aquella que no produce diferencia alguna de fase entre la corriente y el voltaje.

53 CARGA INDUCTIVA es aquella por virtud de la cual la fase de la corriente está retrasada con relación á la del voltaje, cuando es la de este último la que se retrasa respecto de la de la primera, la carga recibe algunas veces el nombre de antiinductiva.

(III) FACTOR DE POTENCIA Y FACTOR DE REACTANCIA.

54 FACTOR DE POTENCIA de un circuito ó aparato de corriente alterna, es la relación entre la energía eléctrica medida en vatios y la energía aparente medida en voltios-amperios. Dicho factor puede expresarse en una de las formas siguientes:

$$\frac{\text{energía real}}{\text{energía aparente}} = \frac{\text{vatios}}{\text{voltios-amperios}} = \frac{\text{corriente activa}}{\text{corriente total}} = \frac{\text{voltaje activo}}{\text{voltaje total}}$$

55 FACTOR DE REACTANCIA es la relación de los voltios-amperios pasivos (es decir, del producto de la componente pasiva de la corriente por el voltaje, ó de la componente pasiva del voltaje por la corriente) á los voltios-amperios totales. Dicho factor puede expresarse en una de las formas siguientes:

$$\frac{\text{voltios-amperios pasivos}}{\text{voltios-amperios totales}} = \frac{\text{corriente pasiva}}{\text{corriente total}} = \frac{\text{voltaje pasivo}}{\text{voltaje total}}$$

56 ENTRE EL FACTOR DE POTENCIA p Y EL FACTOR DE REACTANCIA q existe la relación siguiente:

$$p^2 + q^2 = 1$$

cuando las curvas de la corriente y del voltaje son sinuosidades; si no lo son, dicha relación es:

$$p^2 + q^2 = \delta < 1.$$

(IV) FACTOR DE SATURACION.

57 FACTOR DE SATURACIÓN de una máquina es la relación que existe entre un pequeño incremento de la intensidad del campo magnético y el correspondiente en el voltaje que le produce, referidos uno y otro á cien unidades. Dicho factor es, por lo tanto, una manera de representar el grado de saturación adquirido por los circuitos magnéticos con una excitación determinada, y se evalúa con la excitación correspondiente á la velocidad y voltajes normales, á no ser que se especifique otra cosa. Su determinación se hace por medio de medidas de saturación en circuito abierto con la velocidad normal.

58 LA SATURACIÓN RELATIVA de una máquina con cualquiera excitación se puede deducir de su curva de saturación, curva que tiene por ordenadas los voltajes y por abscisas las excitaciones; para ello se traza una tangente á la curva, cuya abscisa es la excitación considerada, y se prolonga hasta el eje de las ordenadas; la relación entre el segmento interceptado sobre éste y la ordenada del punto de tangencia referidos uno y otro á cien unidades, es lo que se llama saturación relativa, cuyo valor es independiente de las escalas elegidas para el voltaje y para la excitación; puede expresarse también por la diferen-

cia entre la unidad y la inversa del factor de saturación con la misma excitación. Si f representa el factor de saturación y p la saturación relativa,

$$p = 1 - \frac{1}{f}$$

(V) VARIACIÓN Y PULSACIÓN.

59 VARIACIÓN DE UN MOTOR que no gira con velocidad absolutamente uniforme, como son los de vapor con cilindros, es la máxima diferencia angular que existe entre la posición actual del elemento que gira y la que este mismo ocuparía si el movimiento fuera perfectamente uniforme, expresada en grados y suponiendo que cada vuelta se divide en 360 grados.

60 PULSACIÓN DE UN MOTOR es la relación de la diferencia entre las velocidades máxima y mínima durante un ciclo de la máquina á la velocidad media correspondiente.

61 VARIACIÓN DE UN ALTERNADOR, y en general, de todo circuito de corriente alterna, es la diferencia máxima entre la fase del voltaje producido y la del s que produciría si la frecuencia fuera absolutamente constante; dicha diferencia, que se expresa en grados eléctricos (cada ciclo tiene 360°), puede ser debida á la variación del motor,

62 PULSACIÓN DE UN ALTERNADOR, y en general, de todo circuito de corriente alterna, es la relación de la diferencia entre los valores máximo y mínimo de la frecuencia al valor medio de la misma, durante un ciclo de la máquina.

63 RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN de un motor y la de un alternador.

64 Si n es el número de pares de polos de un alternador, su variación es n veces la de su motor cuando el acoplamiento es directo; pero si es de tal naturaleza que la relación de velocidades es p , la variación del primero es $\frac{n}{p}$ veces la correspondiente al segundo, siempre que el acoplamiento sea rígido.

II. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y ENSAYOS

A.—TARA

65 TARA POR LA ENERGÍA PRODUCIDA.—Todos los aparatos eléctricos se tasarán por la energía producida, no por la recibida. Los generadores, transformadores, etc., se tasarán por la energía eléctrica producida, los motores por la energía mecánica producida.

66 TARA EN KILOVATIOS.—La energía eléctrica se expresará en kilovatios, excepto cuando se consigne que sea en otra unidad.

67 ENERGÍA APARENTE. KILOVOLTIOS-AMPERIOS.—La energía aparente de un circuito de corriente alterna se expresará en kilovoltios-amperios para no confundirla con la energía real que se expresa en kilovatios. Cuando el factor de potencia es 100×100 la energía aparente está expresada por el mismo número en kilovoltios-amperios que en kilovatios.

68 CORRIENTE NORMAL (CON TODA LA CARGA) es aquella que con el voltaje normal en los terminales produce los kilovatios ó kilovoltios-amperios normales. En las máquinas cuyo voltaje sin carga es diferente del normal, la corriente normal se referirá á este último.

69 DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE NORMAL.—La corriente normal se determinará de la manera siguiente: si P representa los vatios normales ó los aparentes cuando el factor de potencia no es 100×100 y E el voltaje en los terminales con toda la carga, la corriente normal será:

70 $I = \frac{P}{E}$ en las máquinas de corriente continua y en los alternadores monofásicos.

71 $I = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{P}{E}$ en los alternadores trifásicos.

72 $I = \frac{1}{2} \frac{P}{E}$ en los alternadores bifásicos.

73 CONDICIONES NORMALES.—La tara de las máquinas y aparatos se basará en ciertas condiciones normales aceptadas como reglamentarias, ó en otras distintas que se especificarán en cada caso particular; tanto unas como otras se referirán al voltaje, corriente, factor de potencia, frecuencia, forma de las curvas y velocidad, ó á algunos de estos elementos nada más, según las circunstancias. Los ensayos de funcionamiento se harán en las condiciones normales aceptadas, á no ser que se especifique otra cosa.

74 a. FACTOR DE POTENCIA.—Los aparatos de corriente alterna se tasarán en kilovatios con un factor de potencia de 100×100 , es decir, con la corriente en fase con el voltaje de los terminales, siempre que aquéllos no posean una diferencia de fase ó que se exprese que dicha tara se haga en otra forma. Cuando el factor de potencia sea menor que 100×100 la tara se expresará en kilovoltios-amperios, indicando al mismo tiempo el valor de aquél para la carga normal.

75 b. FORMA DE LA CURVA.—Al tarar una máquina ó un aparato de corriente alterna, se supondrá que las curvas de la corriente y del voltaje son sinusoides, á no ser que por las condiciones especiales de aquéllos, dichas curvas tengan formas especiales. (Ver Reglas 79-83.)

76 FUSIBLES.—La tara de un fusible es la intensidad de la corriente máxima que por él puede circular de una manera permanente.

77 INTERRUPTORES.—La tara de un interruptor es la intensidad de la corriente máxima que por él puede pasar de una manera permanente.

78 a. NOTA. Siempre se especificará la corriente y el voltaje máximos con que abrirán el circuito los fusibles ó interruptores, en cuyo funcionamiento tiene mucha influencia la energía existente en el circuito.

B.—FORMA DE LA CURVA

79 LA SINUSOIDE se considerará como curva normal, excepto cuando la constitución de los aparatos lleve consigo curvas de otra forma.

80 LA DESVIACIÓN MÁXIMA que se admitirá entre la curva real y la sinusoide será el 10 por 100, caso de no especificarse otra cosa.

81 LA DESVIACIÓN de la curva real con relación á la sinusoide se mide de la manera siguiente: por medio del oscilógrafo ó del ondógrafo, se obtiene el dibujo de la primera sobre el cual se coloca la sinusoide equivalente de igual longitud de onda en forma tal que las dos curvas se aproximen á la coincidencia todo lo posible, y se divide la diferencia máxima entre dos ordenadas cualesquiera correspondientes á la misma abscisa por la ordenada máxima de la sinusoide equivalente.

82 SINUSOIDE EQUIVALENTE, es la sinusoide que tiene la misma frecuencia y el mismo valor eficaz que la curva real.

83 CURVAS QUE NO SON SINUSOIDES.—La diferencia de fase entre dos curvas que no son sinusoides es la que debe existir entre sus sinusoides equivalentes para que la media del producto de las ordenadas de éstas sea igual á la correspondiente al de ordenadas de las primeras, ó lo que es lo mismo, para que las secciones en el vatímetro con uno y con otro par de curvas sean idénticas.

C.—RENDIMIENTO

(I) DEFINICIONES.

84 RENDIMIENTO de un aparato es la relación que existe entre la energía útil que produce y la total que recibe.

85 a. NOTA. En las baterías de acumuladores, y en general, en todos los aparatos para almacenar energía, el rendimiento es la relación entre la energía que producen y la que almacenan durante un ciclo. El rendimiento de los focos luminosos se evalúa de una manera especial.

86 RENDIMIENTO APARENTE.—En los aparatos cuya constitución lleva consigo una diferencia de fase, el rendimiento aparente es la relación entre la energía útil que producen y la que reciben evaluada en voltios-amperios.

87 a. NOTA. Entre estos aparatos figuran: los motores de inducción, los convertidores sincrónicos de reacción, y para regular el voltaje de una instalación de corriente alterna, los motores sincrónicos con auto-excitación, los reguladores de potencial, los transformadores con circuito magnético abierto, etc.

88 b. NOTA. Puesto que el rendimiento aparente de un aparato que produce energía eléctrica depende del factor de potencia correspondiente á la carga, su medida se hará con un factor en carga igual á la unidad, siempre que no se especifique otra cosa.

(II) MEDIDA DEL RENDIMIENTO.

89 MÉTODOS.—El rendimiento puede medirse de dos maneras: evaluando la energía producida y la recibida, ó las pérdidas.

90 a. PRIMER MÉTODO.—Se miden directamente la energía producida y la recibida; el cociente de la primera por la segunda es el rendimiento.

91 b. SEGUNDO MÉTODO.—Se miden las pérdidas en globo ó aisla-

damente, en cuyo caso después se suman. Las pérdidas totales se agregan á la energía producida para obtener la recibida ó se restan de ésta para deducir la primera.

92 COMPARACIÓN DE LOS DOS MÉTODOS.—En las máquinas pequeñas es preferible el primer método; pero en las grandes debe adoptarse el segundo, porque es imposible, desde un punto de vista práctico, medir la energía producida y la recibida; lo mismo se hará cuando las pérdidas, con relación á la potencia, son muy pequeñas y el rendimiento se aproxima á la unidad.

93 LA ENERGÍA ELÉCTRICA se medirá en las terminales de los aparatos. En las máquinas polifásicas se harán las medidas correspondientes en todos los circuitos con objeto de evitar los errores inherentes á la repartición desigual de las cargas.

94 LA ENERGÍA MECÁNICA de las máquinas se medirá en la polea, engranaje, embrague, etc., excluyendo de esta manera las pérdidas de energía en estos mecanismos, pero incluyendo las correspondientes al rozamiento en los cojinetes y á la resistencia del aire, las cuales, con velocidad constante, se puede admitir que son independientes de la carga. También se excluyen las pérdidas de energía relativas á la co-rección, así como el aumento de rozamiento en los cojinetes producido por la tensión de aquélla. Cuando una máquina y un motor se acoplan directamente sobre un mismo eje, se excluirán las pérdidas de energía por rozamiento en los cojinetes y por la resistencia del aire, á pesar de lo que se ha indicado antes, en vista de la imposibilidad práctica de medirlas satisfactoriamente.

95 APARATOS AUXILIARES.—Las pérdidas de energía en estos aparatos, por ejemplo, en una excitatriz, no se cargarán á la máquina principal, sino al conjunto constituido por ésta y por aquellos aparatos. Siempre se distinguirá el rendimiento de cada máquina ó aparato del correspondiente á toda la instalación.

96 CONDICIONES NORMALES.—La medida del rendimiento se hará en las condiciones que se establecen en las presentes Reglas, las cuales se considerarán como normales; se refieren al voltaje, corriente, factor de potencia, frecuencia, forma de la curva, velocidad, presión barométrica, temperatura y á todo aquello que pueda y deba especificarse en cada caso particular. Los ensayos de funcionamiento se harán también en dichas condiciones normales, á menos que se consigne otra cosa. (Ver Reglas 73-75.)

97 a. TEMPERATURA.—El rendimiento de todos los aparatos, á excepción de los destinados á un servicio intermitente, se medirá directamente ó se reducirá á la temperatura que toma el aparato cuando trabaja de una manera continua con la carga normal, siendo 25°C la temperatura ambiente. (Ver Reglas 267-292.)

98 El rendimiento de los aparatos destinados á un servicio intermitente se determinará á la temperatura consignada en el pliego de condiciones correspondiente.

99 b. FACTOR DE POTENCIA.—La medida del rendimiento de un aparato para corriente alterna se hará cuando la corriente y el voltaje están en fase, si es que no se expresa lo contrario; esta regla no se aplicará á los aparatos que posean una diferencia de fase como son, entre otros, los motores y generadores de inducción, los convertidores de frecuencia, etc.

100 c. FORMA DE LA CURVA.—En todos los aparatos eléctricos se admitirá la sinusoide como curva normal, excepto en aquellas cuya constitución lleve consigo una curva de otra forma. (Ver Reglas 79-83.)

(III) MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA.

101 PÉRDIDAS DE ENERGÍA.—Las causas generales de pérdidas de energía en los aparatos eléctricos y los procedimientos para medirlas son los siguientes:

(A) ROZAMIENTO EN LOS COJINETES Y RESISTENCIA DEL AIRE.

102 Las pérdidas de energía correspondientes al rozamiento en los cojinetes y á la resistencia del aire se admite que son independientes de la carga; se miden con mucha facilidad moviendo la máquina que se ensaya con un motor independiente, cuya potencia útil se habrá medido previamente con todo cuidado. (Ver Regla 94.)

(B) ROZAMIENTO ENTRE LAS ESCOBILLAS Y EL COLECTOR.

103 La pérdida de energía correspondiente al rozamiento entre las escobillas y el colector se admite también que es independiente de la carga y está medida por la diferencia entre la potencia necesaria para mover la máquina con las escobillas apoyadas sobre el colector, sin corriente en los campos, y la que hace falta para moverla con las escobillas levantadas.—Q.

(Se continuará.)