**Apéndice A**

**Análisis de Regresión Lineal**

**(Normativo)**

El propósito del análisis de regresión lineal es el encontrar una relación matemática entre dos conjuntos de variables, tal que los valores de una variable puedan ser usados para predecir la otra. La regresión lineal asume que los dos conjuntos de variables están relacionados linealmente; esto es, que cuando los valores de dos variables (xi, yi) son graficados, los puntos casi se ajustarán a una línea recta. El coeficiente de correlación (), indica qué tan bien se ajustan estos pares de valores a una línea recta.

La relación de una línea recta se expresa de la siguiente forma:

**Y = AX + B**

donde:

Y es la variable dependiente;

X es la variable independiente;

A es la pendiente de la recta, y

B es la intersección de la recta con el eje de las ordenadas.

La pendiente de la recta (A) y la intersección con el eje de las ordenadas se calculan usando las siguientes dos fórmulas de regresión lineal:





donde:

N es el número de parejas (xi, yi), el coeficiente de correlación ( ) se calcula usando la siguiente fórmula:



Los valores del coeficiente de correlación van desde -1 a +1. Un valor negativo indica una relación negativa (es decir, cuando X aumenta, Y disminuye o viceversa), y un valor positivo indica una relación positiva (es decir, cuando X aumenta, Y aumenta). Entre más cercano es el valor a -1 o +1 es mejor la relación. Un coeficiente de correlación cercano a cero indica una inexistencia de relación.

**Apéndice B**

**Cálculo del factor de corrección del dinamómetro (FCD)**

**(Normativo)**

Con las mediciones realizadas en los incisos 9.3.4 y 9.3.5 al 100 % de la tensión eléctrica nominal, se calcula:

**a)** El deslizamiento por unidad de la frecuencia de rotación con respecto a la frecuencia de rotación síncrona, con el dinamómetro a su carga mínima, de acuerdo con la siguiente ecuación (Smín):



donde:

nmín es la frecuencia de rotación con el dinamómetro a su carga mínima medida en el inciso 9.3.4, en min-1, y

ns es la frecuencia de rotación síncrona, calculada como en el inciso 9.4.3, en min-1.

b) Las pérdidas por efecto Joule en el estator con el dinamómetro a su carga mínima:



donde:

Imín es el promedio de las corrientes de línea durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro del inciso 9.3.4, en A, y

Rmín es la resistencia de referencia corregida a la temperatura de los devanados del estator durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro, calculada mediante la siguiente ecuación:



donde:

Ri es la resistencia de referencia, del inciso 9.3.1, en ohm;

tmín es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo del estator o en el cuerpo, con el dinamómetro a su mínima carga, del inciso 9.3.4, en °C;

ti es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo del estator o en el cuerpo, del inciso 9.3.1, en °C, y

K es la constante del material y es igual a 234,5 para el cobre puro. Para otros materiales en los devanados, debe usarse el valor especificado por el fabricante del material.

c) El factor de corrección del dinamómetro:



donde:

Pmín es la potencia de entrada con el dinamómetro a su carga mínima, medida en el inciso 9.3.4, en kW

Pn son las pérdidas en el núcleo calculadas en el inciso 9.4.1 en kW

Po-I2REo es calculado en el inciso 9.4.1 a), en kW

Tmín es el par torsional del motor con el dinamómetro a su carga mínima, medida en el inciso 9.3.4 en N.m

no es la frecuencia de rotación en vacío, en min-1.

**Apéndice C**

**Nomenclatura**

**(Normativo)**

A es la pendiente de la recta para el análisis de regresión lineal.

B es la intersección de la recta con el eje de las ordenadas para el análisis de regresión lineal.

FCD es el Factor de Corrección del Dinamómetro, en N·m

I0 es el promedio de las corrientes de línea con el motor operando en vacío, en A

Im es el promedio de las corrientes de línea para cada valor de carga, en A

Imín es el promedio de las corrientes de línea con el dinamómetro a su carga mínima, en A

I2RE0 son las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para la operación en vacío del motor, en kW

I2Rm son las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para cada valor de carga, en kW

I2Rmc son las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para cada valor de carga, referidas a una temperatura ambiente de 25°C, en kW

I2Rmín son las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro, en kW

I2Rr son las pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor para cada valor de carga, en kW

I2Rrc son las pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor para cada valor de carga, referidas a una temperatura ambiente de 25°C en kW

K es la constante del material de los devanados del estator

nm es la frecuencia de rotación para cada valor de carga, en min-1

nmín es la frecuencia de rotación con el dinamómetro a su carga mínima, en min-1

n0 es la frecuencia de rotación en vacío, en min-1

ns es la frecuencia de rotación síncrona, en min-1

P0 es la potencia de entrada con el motor operando en vacío, en kW

Pd es la potencia demandada al motor bajo prueba por el dinamómetro a su carga mínima, en kW

Pe es la potencia de entrada para cada valor de carga, en kW

Pfv son las pérdidas por fricción y ventilación, en kW

Ph son las pérdidas en el núcleo, en kW

Pind son las pérdidas indeterminadas, en kW

Pmín es la potencia de entrada con el dinamómetro a su carga mínima, en kW

Pres es la potencia residual para cada valor de carga, en kW

Ps es la potencia de salida corregida para cada valor de carga, en kW

Psc es la potencia de salida corregida para cada valor de carga, referida a una temperatura ambiente de 25°C, en kW

RE0 es la resistencia del estator medida entre las terminales de referencia, a la temperatura de la prueba de operación en vacío, en

Rf es la resistencia del estator medida entre las terminales de referencia después de la estabilización térmica del motor al 100% de su carga nominal, en

Ri es la resistencia de referencia medida inicialmente con el motor en frío, en

Rm es la resistencia del estator corregida a la temperatura de los devanados para cada valor de carga, en

Rmc es la resistencia del estator corregida a la temperatura de los devanados para cada valor de carga, referida a una temperatura ambiente de 25°C, en

Rmín es la resistencia de referencia corregida a la temperatura de los devanados durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro, en

Sm es el deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona, para cada valor de carga medido

Smc es el deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona, para cada valor de carga medido, referido a una temperatura ambiente de 25°C

Smín es el deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona, con el dinamómetro a su carga mínima

Tc es el par torsional del motor corregido para cada valor de carga, en N·m

Tm es el par torsional del motor para cada valor de carga, en N·m

Tmín es el par torsional del motor con el dinamómetro a su carga mínima, en N·m

t0 es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo de estator o en cuerpo, para cada uno de los valores de tensión con el motor operando en vacío, en °C

taf es la temperatura ambiente durante la prueba de estabilidad térmica a carga plena, en °C

tai es la temperatura ambiente durante la medición de los valores iniciales de resistencia y temperatura, en °C

tam es la temperatura ambiente durante las pruebas a diferentes cargas, en °C

tc es la temperatura de los devanados del estator en equilibrio térmico calculada por resistencia tfr referida a una temperatura ambiente de 25°C, en °C

tf es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo del estator o en el cuerpo, después de la estabilización térmica a la cual se midió la resistencia Rf, en las terminales de referencia, en °C

tfr es la temperatura de los devanados del estator en equilibrio térmico calculada por resistencia

ti es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo del estator o en el cuerpo, con el motor, en frío, en °C

tm es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo del estator o en el cuerpo, para cada valor de carga, en °C

tmc es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo del estator o en el cuerpo, para cada valor de carga, en °C, corregidas mediante la siguiente ecuación: tmc = tfr / tf \* tm

tmín es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, o la temperatura en el núcleo del estator o en el cuerpo, con el dinamómetro a su carga mínima, en °C

es el factor de correlación para el análisis de regresión lineal

es la eficiencia nominal, en por ciento

m es la eficiencia calculada a la potencia nominal del motor, en por ciento

DAT es la distorsión armónica total, en por ciento

**Apéndice D**

**Identificación de motores abiertos o cerrados**

**(Informativo)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Enclaustramiento** | **Designación** | **Definición en español** | **Definición en inglés** |
| Motores abiertos | IP 00 | Sin protección |  |
| IP 02 | Sin protección contra contacto y cuerpos extraños y protección contra gotas de agua con 15° de inclinación respecto a la vertical |  |
| IP 11 | Protección contra contacto accidental de la mano, sólidos de diámetros mayores de 50 mm y, gotas de agua verticales |  |
| IP 12 | Protección contra contacto accidental de la mano, sólidos de diámetros mayores de 50 mm y, gotas de agua con 15° de inclinación respecto a la vertical |  |
| IP 13 | Protección contra contacto accidental de la mano, sólidos de diámetros mayores de 50 mm y, gotas de agua con 60° de inclinación respecto a la vertical |  |
| IP 21 | Protección contra contacto de los dedos a partes vivas o móviles, sólidos de diámetros mayores de 12 mm y, gotas de agua verticales. |  |
| IP 22 | Protección contra contacto de los dedos a partes vivas o móviles, sólidos de diámetros mayores de 12 mm y, gotas de agua con 15° de inclinación respecto a la vertical. | Open Drip-Proof (IEC Standard) |
| Abierto a prueba de goteo |  |
| IP 23 | Protección contra contacto de los dedos a partes vivas o móviles, sólidos de diámetros mayores de 12 mm y, gotas de agua con 60° de inclinación respecto a la vertical |  |
| WP-I | Protección Ambiental Tipo I | Ambient Protection Type I |
| APG, ODP | Abierto a Prueba de Goteo | Open Drip Proof |
| PGCP, DPFG | A Prueba de Goteo Completamente Protegido | (Drip-Proof Fully Guarded) |
| APP, ODG | Abierto a Prueba de Goteo, Protegido | Open Drip-Prof, Guarded |
| APG-VF, ODG-FV | Abierto a Prueba de Goteo, Ventilación Forzada | Open Drip-Proof, Force Ventilated |
| APG-VS, ODG-SV | Abierto a Prueba de Goteo, Ventilación Separada | Open Drip-Proof, Separately Ventilated |
| Motores cerrados | IP 44 | Protección contra contacto con herramientas, contra sólidos de diámetros mayores de 1 mm y contra salpicaduras de agua en todas direcciones |  |
| Totalmente Cerrado | Totally-Enclosed (IEC Standard) |
| IP 54 | Protección completa contra contacto, contra acumulación de polvos nocivos y contra salpicaduras de agua en todas direcciones |  |
| A prueba de Chapoteo | Splash Proof (IEC Standard) |
| IP 55 | Protección completa contra contacto, contra acumulación de polvos nocivos y contra chorro de agua en todas direcciones |  |
| Uso Lavadora | Washdown (IEC Standard) |
| IP 56 | Protección completa contra contacto, contra acumulación de polvos nocivos y contra oleaje fuerte |  |
| IP 65 | Protección completa contra contacto, protección completa contra polvos y contra chorro de agua en todas direcciones |  |
| TC, TE, TCVE, TEFC | Totalmente cerrado con ventilación exterior. | Totally Enclosed Fan Cooled |
| TC, TCVE, TEAO | Totalmente cerrado con ventilación exterior. | Totally Enclosed Air Over |
| TCVF, TEBC | Totalmente cerrado con ventilación forzada | Totally Enclosed Blower Cooled |
| TC, TCNV, TENV | Totalmente cerrado no ventilado | Totally Enclosed Non-Ventilated |
| TCEA, TEWC | Totalmente cerrado con enfriamiento agua | Totally Enclosed Water Cooled |
| TCCCAA, TECACA | Totalmente Cerrado, Circuito Cerrado, Enfriamiento Aire-Aire | Totally-Enclosed, Closed Circult, Air to Air |
| TCDVAAi, TEDC-A/A | Totalmente Cerrado, Doble Ventilación, Aire-Aire | Totally-Enclosed, Dual Cooled, Air to Air |
| TCDVAA, TEDC-Q/W | Totalmente Cerrado, Doble Ventilación, Aire-Agua | Totally-Enclosed, Dual Cooled, Air to Water |
| TCTV, TETC | Totalmente Cerrado con tubería de ventilación | Totally-Enclosed, Tube Cooled |
| TCEAA, TEWAC | Totalmente Cerrado, Enfriamiento Aire-Agua | Totally-Enclosed, Water/Air Cooled |
| TC, TCPE, TEXP, XP | Totalmente cerrado a prueba de explosión. | Totally-Enclosed, Explosion-Proof |
| TCEAAi, TEAAC | Totalmente cerrado con enfriamiento aire-aire. | Totally Enclosed Air to Air Cooled |
| TCPE, TEEP | Totalmente cerrado a prueba de explosión. | Totally Enclosed Explosion Proof |
| TCPGI, TEIGF | Totalmente cerrado, presurizado con gas inerte. | Totally Enclosed Inert Gas Filled |
| TCDV-IP, TEPV-IP | Totalmente cerrado con ductos de ventilación e internamente presurizados. | Totally Enclosed Pipe Ventilation Internally presurized |
| TCEAAg, TEWC | Totalmente cerrado con enfriamiento agua-aire. | Totally Enclosed Water Cooled |
| TCEAA-IP, TEWC-IP | Totalmente cerrado con enfriamiento agua aire e internamente presurizados. | Totally Enclosed Water Cooled Internally presurized |

**Apéndice E**

**(Informativo)**

**Equivalencia de potencia**

|  |  |
| --- | --- |
| KW | c.p.\* |
| 0,746 | 1 |
| 1,119 | 1,5 |
| 1,492 | 2 |
| 2,238 | 3 |
| 3,730 | 5 |
| 5,595 | 7,5 |
| 7,460 | 10 |
| 11,19 | 15 |
| 14,92 | 20 |
| 18,65 | 25 |
| 22,38 | 30 |
| 29,84 | 40 |
| 37,30 | 50 |
| 44,76 | 60 |
| 55,95 | 75 |
| 74,60 | 100 |
| 93,25 | 125 |
| 111,9 | 150 |
| 149,2 | 200 |
| 186,5 | 250 |
| 223,8 | 300 |
| 261,1 | 350 |
| 298,4 | 400 |
| 335,7 | 450 |
| 373,0 | 500 |

c.p. = caballo de potencia (h.p.)