

## Patrones térmicos de Motores eléctricos complementados con pruebas eléctricas de motores: *Estudio en Progreso*

La información inicial que se obtiene al comenzar a realizar inspecciones algunas veces es llamada “base inicial”. Es muy útil para comparar y analizar la tendencia de los equipos en función del tiempo. Esta información ayuda a confirmar anomalías que pueden indicar que el equipo se ha deteriorado y también puede ser usada para determinar la severidad de la misma.

Al iniciar con los programas de inspección, por lo regular no se tienen la posibilidad de obtener la información necesaria para contar con la “base inicial” de los equipos cuando estos son nuevos y están funcionando en condiciones normales. Por lo regular los equipos que se inspeccionan llevarán ya algunos años funcionando. Esto da como resultado que la primera inspección que se realiza en equipos que han funcionado por algún tiempo se convierta en “nuestra base inicial” para comparaciones futuras de las tendencias. Lo anterior puede afectar el análisis y la interpretación de tal manera que se vean menos severos los problemas, además resulta muy importante contar con conocimientos y experiencia al trabajar con motores eléctricos pues esto ayudará a realizar un análisis adecuado. Para el inicio de este estudio, que aun está en progreso y que presentamos a continuación, comenzaremos indicando lo siguiente: Se desea utilizar los patrones térmicos de un motor eléctrico para complementar y si es posible, reafirmar anomalías detectadas con pruebas eléctricas de motores en línea y fuera de línea.

Este estudio se realizó en veintiún motores eléctricos, de los cuales dieciocho funcionaban en condiciones iguales y que además eran modelos iguales con número de serie correlativos en secuencia. Todo esto creo una situación donde la información se puede comparar y analizar.

Se debe comprender que en realidad cada motor eléctrico tiene sus propias características de operación, pero estas deberían estar dentro de los parámetros normales

establecidos por los estándares industriales. Teniendo lo anterior en mente, se asumió que debido a que los números de series de los motores eléctricos son correlativos la información resultaría muy valiosa para ser comparada. Dieciocho de los motores eran de 30 HP y armazón 286TC. Los otros tres motores eran de 20 HP y armazón 256TC. Todos los motores hacían funcionar bombas hidráulicas atornilladas y acopladas directamente a los mismos.

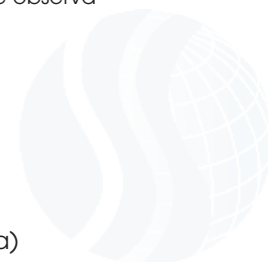
Doce motores funcionaban como bombas de un tanque de 3,000 galones y otras dos motores eran utilizadas como bombas de retorno. Otros seis motores funcionaban como bombas en un tanque de 1,500 galones y otro motor se utilizaba como bomba de retorno.

En el tanque de 3,000 galones, siete motores con bombas hidráulicas estaban localizados en el lado sur y los otros siete en el lado norte. Las bombas hidráulicas del lado sur estaban numeradas del 1 al 6 y el retorno 1. En el lado norte las bombas hidráulicas estaban numeradas del 7 al 12 y el retorno 2.

En el tanque de 1,500 galones las siete bombas hidráulicas estaban del lado sur. Estas bombas estaban numeradas del 1 al 6 y el retorno 3. (Ver Figura 1).



**Figura 1:** Lado sur, 3,000 galones (parte superior) y 1,500 galones (parte inferior)  
Superior al medio:  
#1 Retorno  
#1 hasta el 6 Bombas;  
Mitad hacia abajo:  
#Desde 1 al 5 Bombas;  
#1 no está funcionando  
#3 Retorno,  
#6 no se observa



Normalmente cinco de las siete bombas hidráulicas funcionan simultáneamente. El resto de las bombas se mantienen en espera. Las válvulas manuales de cada bomba controlan la carga del motor, el flujo y la presión hidráulica.

Los motores eléctricos son relativamente nuevos y están en buenas condiciones. Los perfiles térmicos se tomaron de los motores y también se realizaron pruebas de circuitos de motores en línea y fuera de línea. Los perfiles térmicos aparentaban ser los normales de un motor funcionando correctamente. Los cojinetes no se podían observar debido a que las bombas estaban acopladas directamente a la Brida tipo C de los motores. También se puede observar las cubiertas de los ventiladores está en el extremo opuesto a la bomba.

Las pruebas de circuitos de motores en línea y fuera de línea, mostraron que estaban operando normalmente, excepto en una categoría. Una anomalía estaba presente en todos los motores, pero discutiremos la misma al final de este documento.

Se realizaron comparaciones entre los perfiles térmicos y el porcentaje de amperios de la carga. El amperaje de la carga y otra información fueron reunidas en las pruebas en línea, al momento que también se tomaba la imagen térmica. En las imágenes de la parte de abajo, se muestran cuatro motores que representan a todos los motores estudiados, y fueron elegidos por el amplio rango de diferencias y similitudes presentes.

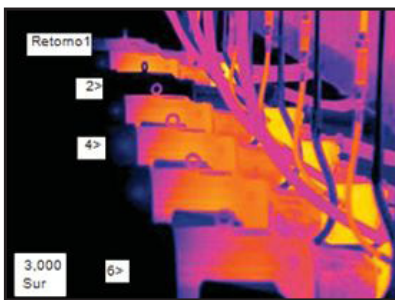


Figura 2: Lado Sur  
3,000 galones  
#1-6 Bombas;  
#2 no está funcionando

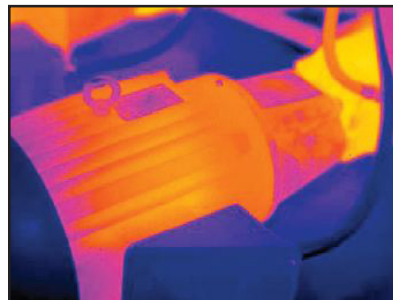


Figura 6:  
3,000 galones  
Lado Sur  
#5 Bomba.  
Tamb ~ 11° C;  
Tmax ~ 94° C;  
%FLA ~ 84%.

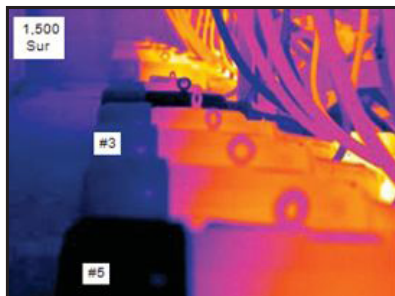


Figura 3:  
Lado Sur,  
1,500 gal.  
#3 Retorno  
#1-6 Bombas  
#1 no está funcionando,  
#6 no se muestra.

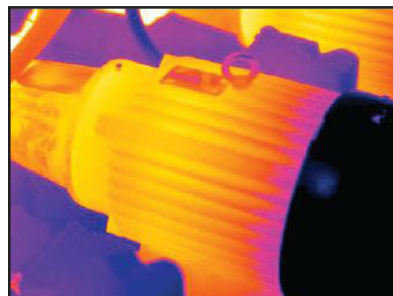


Figura 7:  
3,000 galones  
Lado Norte  
#9 Bomba.  
Tamb ~ 11° C;  
Tmax ~ 81° C;  
%FLA ~ 74%.

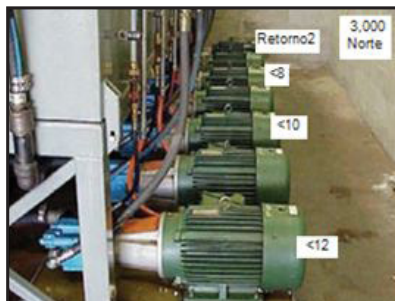


Figura 4;  
3,000 galones  
Lado Norte.  
#2 Retorno  
#7-12 Bombas.

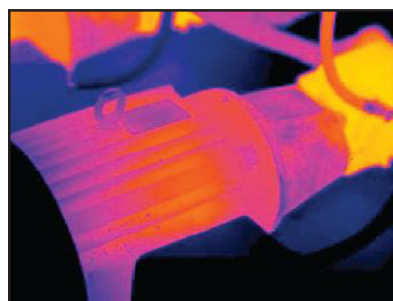


Figura 8:  
3,000 galones  
Lado Sur.  
#6 Bomba.  
Tamb ~ 11° C;  
Tmax ~ 69° C;  
%FLA ~ 70%.

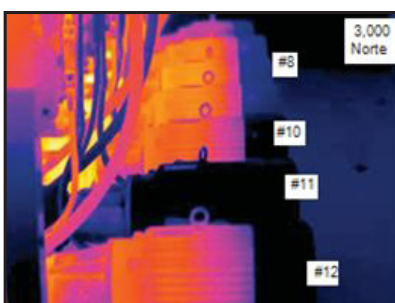


Figura 5:  
3,000 galones  
Lado Norte.  
#7-12 Bombas,  
#11 no está funcionando.

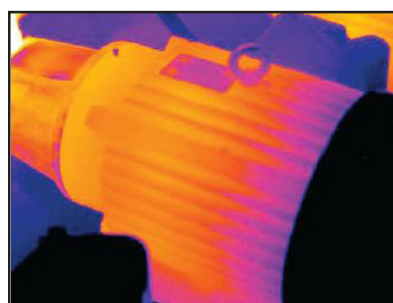
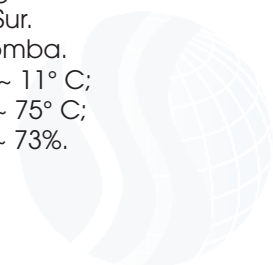


Figura 9:  
3,000 galones  
Lado Sur.  
#10 Bomba.  
Tamb ~ 11° C;  
Tmax ~ 75° C;  
%FLA ~ 73%.

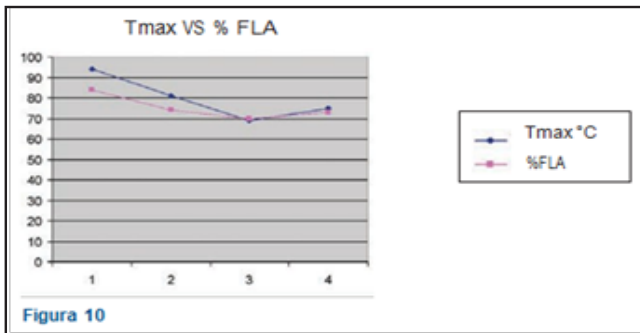


La tabla 1 muestra las temperaturas y los porcentajes de carga en amperios para los motores en las imágenes 6, 7, 8 y 9 que se mostraron anteriormente.

Figura Número	Tmax °C	%FLA	Referencia Eje X
6	94	84%	1
7	81	74%	2
8	69	70%	3
9	75	73%	4

**Tabla 1**

Al graficar la tabla 1, es evidente que la temperatura de operación incrementa cuando la carga es mayor.

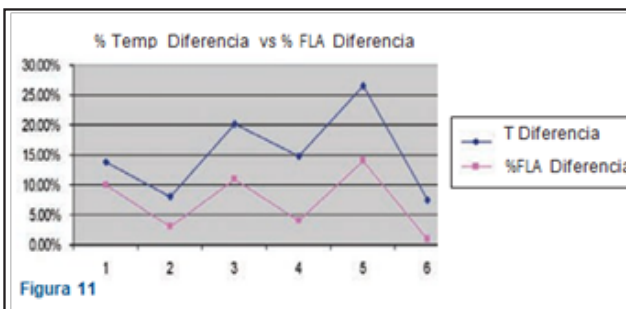


La tabla 2 muestra la diferencia de temperatura de los motores calculadas como un porcentaje y también muestra el porcentaje de la diferencia de amperios de la carga.

Comparación de Figuras	T% Diferencia	% FLA Diferencia	Referencia Eje X
6 y 7	13.83%	10%	1
8 y 9	8.00%	3%	2
6 y 9	20.21%	11%	3
7 y 8	14.81%	4%	4
6 y 8	26.60%	14%	5
7 y 9	7.41%	1%	6

**Tabla 2**

Al graficar la tabla 2, se muestra nuevamente la relación entre la temperatura y el porcentaje de la carga.



La información anterior puede ser muy útil al compararla con futuras inspecciones y así realizar un mejor análisis. Al inicio de este documento se mencionó que se había

observado una anomalía durante las pruebas en línea realizadas a los motores. Las pruebas de circuitos de motores en línea mostraron que los 21 motores eléctricos mostraban un problema de excentricidad. Se probaron individualmente todos los motores y se observó el mismo problema en todos, por lo que obviamente algo no estaba bien. Luego de varias pruebas y análisis se dedujo que el problema era la manera en que se habían montado o fijado los motores. En la imagen más abajo se muestra como se fijaron los motores.

Al discutirlo con técnicos de análisis de vibraciones, se pudo determinar que este era un problema básico de “una base muy suave” y que los motores eléctricos no estaban firmemente fijados al suelo y que tampoco estaban en una superficie totalmente plana. Si se observan detenidamente las bases de hule se puede ver que la de la parte izquierda está más comprimida que la del lado derecho. La base de hule de la izquierda está soportando mucho más peso que la base de la derecha, lo que puede ser causado por la manera en que están montados los motores y las bombas. En la figura 13 se puede observar los resultados de las pruebas en línea y las alarmas que se generaron. Las características de operación varían dependiendo el modelo y especificaciones del motor, pero al final se obtiene un reporte de los resultados como el que se muestra aquí.



Figura 12



Test Date	Test Type	Date	Condition
	Voltage Imbalance P% (V)	0.0	10/06/03
	Residual Imbalance %	5.7	08/06/03
	Power Circuit		OK
	Voltage THD Pk/Pk (%)	3.8	10/06/03
	Current THD (%)	7.8	10/06/03
	AMF (%)	8.09	10/06/03
	Insulation		OK
	RTD Max	9403.00	08/06/03
	PI	N/A	10/06/03
	CTD 3p/3	20500.00	08/06/03
	Temp. Rise max (%)	7.89	10/06/03
	Motor		OK
	RTD Max	N/A	10/06/03
	PI	N/A	10/06/03
	CTD 3p/3	N/A	10/06/03
	Motor		OK
	Winding		OK
	Induct. Imbalance (%)	3.52	08/06/03
	Rotor		OK
	PF Amp (kVA) (kVA) (kVA)	60.98	10/06/03
	Induct. Imbalance (%)	N/A	10/06/03
	Inductance Pk-Pk (mH)	N/A	10/06/03
	Displacement (mm) (mm)	N/A	10/06/03
	Efficiency		OK
	Phase (Volts) (V)	217.0	10/06/03
	Phase (Amps) (A)	42.70	10/06/03
	Phase (Watts) (W)	23.33	10/06/03
	Phase (kVA) (kVA)	27.70	10/06/03
	Phase (kWh) (kWh)	0.00	10/06/03

Figura 13: Resultados