

ELABORACIÓN DE CARTAS DE CONTROL X BARRA – S EN EL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE VARIABLES ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Elaboration of charts of control x bar – s in Metrology Laboratory Variable Electric Universidad Tecnológica de Pereira

RESUMEN

En el presente artículo se explican uno a uno los pasos que se deben seguir al realizar una carta de control x barra – s con los datos obtenidos de la prueba de aptitud del equipo patrón del Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas de la UTP y además se elabora un ejemplo completo con el objetivo de ilustrar mejor la forma en que se hace este procedimiento.

PALABRAS CLAVES: Prueba de aptitud, cartas de control, promedio, desviación estándar, límites de control.

ABSTRACT

In this present article explain one by one the step to follow when performing a control chart x bar – s with data collected from the test team skipper of Metrology Laboratory Variable Electric UTP plus produces a complete example in order to better illustrate the manner in which this procedure is done.

KEYWORDS: *Aptitude test, control charts, average, standard deviation, control limits.*

MARCELA BOTERO A

Ingeniera Electricista
Profesora Departamento de Física
Universidad Tecnológica de Pereira
maboar@utp.edu.co

JAIRO MENDOZA V

Magister en Instrumentación Física
Profesor Departamento de Física
Universidad Tecnológica de Pereira
jam@utp.edu.co

LUIS GREGORIO MEZA C

Magister en Instrumentación Física
Profesor Departamento de Física
Universidad Tecnológica de Pereira
lmeza@utp.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Un buen sistema de calidad que permita el constante monitoreo del proceso de manera que garantice la satisfacción de los clientes tanto en los productos fabricados como en la prestación de los servicios es la clave fundamental para alcanzar el éxito dentro de cualquier tipo de empresa.

En el caso de un laboratorio de metrología, el control de calidad se le realiza al equipo patrón con el fin de verificar que se encuentra en óptimas condiciones y que sus mediciones son totalmente confiables.

Uno de los procedimientos diseñados para controlar el estado de funcionamiento el equipo patrón es la prueba de aptitud basada en cartas de control, estas cartas son una herramienta estadística muy útil que permiten observar el comportamiento de las mediciones del equipo a través del tiempo y ayudan a detectar cualquier situación anormal que se pueda presentar.

El Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas de la UTP tiene diseñada su prueba de aptitud con cartas de control x barra – s que son las más sensibles y muestran de forma inmediata cualquier tipo de cambio que el equipo patrón pueda sufrir.

2.

CONTENIDO

CO

De acuerdo con la Norma Técnica NTC ISO IEC 17025 [1], cualquier laboratorio de calibración debe tener dentro de su sistema de calidad procedimientos que le permitan asegurar que todas las mediciones realizadas para calibrar los equipos sean totalmente confiables tal como lo indica en el numeral 5.9:

“El laboratorio debe tener procedimientos de control de calidad para hacer seguimiento de la validez de los ensayos y calibraciones llevados a cabo. Se deben registrar los datos resultantes de forma tal que, se detecten las tendencias y, donde sea práctico se deben aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados. Este seguimiento debe ser planeado y revisado y puede incluir, aunque no limitarse a, lo siguiente:

1. Uso regular de materiales de referencia certificados y/o control de calidad interno empleando materiales de referencia secundarios;
2. Participación en la comparación interlaboratorio o programas de pruebas de aptitud;

3. Repetición de ensayo o calibraciones empleando los mismos o diferentes métodos;
4. Repetición de ensayo o re-calibración de elementos retenidos;
5. Correlación de resultados para diferentes características de un elemento.”

El Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas de la Universidad Tecnológica de Pereira para cumplir con este requisito tiene diseñados varios procedimientos que garantizan la efectividad y la confiabilidad de las mediciones que se realizan; uno de estos procedimientos es la prueba de aptitud basada en las cartas de control *x barra - s* que muestra el comportamiento del equipo patrón a través del tiempo y que además permite detectar los posibles problemas que se puedan presentar durante su funcionamiento.

2.1 Elaboración de las Cartas de Control *x barra - s*

Las cartas de control *x barra - s* tienen como principal indicador la desviación estándar lo cual las hace muy sensibles a los cambios que puedan ocurrir dentro del proceso de medición y por esta razón son muy útiles para el estudio de la variabilidad de dicho proceso.

Los pasos que se siguen en el Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas de la Universidad Tecnológica de Pereira para elaborar estas cartas son los siguientes [2]:

1. *Recolección de Datos*: La recolección de datos para la elaboración de las cartas de control se realiza tomando 3 mediciones de cada uno de los puntos del equipo patrón cada 3 meses.
2. *Cálculo de las Medias de Muestra*: La media de cada muestra se calcula por medio de la ecuación 1.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

donde:

n es el tamaño de la muestra, en este caso: $n = 3$.

x_i es el valor de cada una de las tres mediciones.

3. *Cálculo de la Media General*: La media general es el promedio de las medias de las muestras y se calcula por medio de la ecuación 2.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i \quad (2)$$

donde:

k es el número de muestras, para este caso: $k = 4$.

\bar{x}_i es la media de cada muestra.

4. *Cálculo de la Desviación Estándar de muestra*: La desviación estándar de cada muestra se calcula por medio de la ecuación 3.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} \quad (3)$$

donde:

n es el tamaño de la muestra, en este caso: $n = 3$.

\bar{x} es la media de cada muestra.

x_i es el valor de cada una de las tres mediciones.

5. *Cálculo de la Desviación Estándar Promedio*: La desviación estándar promedio se calcula por medio de la ecuación 4.

$$\bar{s} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i \quad (4)$$

donde:

k es el número de muestras, para este caso: $k = 4$.

s_i es la desviación estándar de cada muestra.

6. *Cálculo de los Límites de Control y de la Línea Central*: El cálculo de los límites superior e inferior (LCS - LCI) y la línea central (LC) de las cartas *x barra - s* se calculan por medio de las ecuaciones 5 y 6.

- Carta *x barra*:

$$LCS = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{s}$$

$$LC = \bar{\bar{x}} \tag{5}$$

$$LCI = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{s}$$

- Carta s:

$$LCS = B_4 \bar{s}$$

$$LC = \bar{s}$$

$$LCI = B_3 \bar{s} \tag{6}$$

donde:

$\bar{\bar{x}}$ es el valor de la media general.

\bar{s} es la desviación estándar promedio.

A_2, B_3, B_4 son los coeficientes de las cartas de control determinados por medio del tamaño de la muestra ($n = 3$), en este caso son los siguientes:

$$A_2 = 1,954$$

$$B_3 = 0$$

$$B_4 = 2,568$$

7. *Dibujo de la Carta de Control:* La gráfica de la carta de control x barra – s para el Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas de la UTP es como la que se ilustra en la Figura 1.

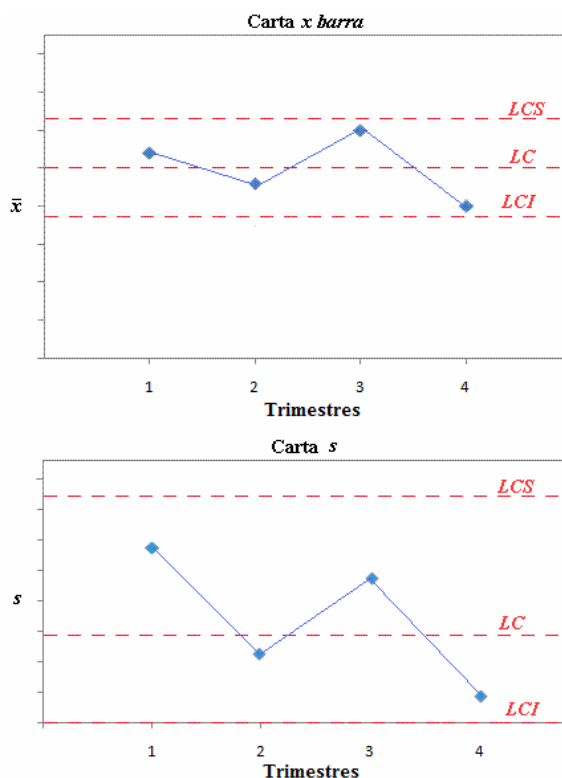


Figura 1. Cartas de Control x barra – s para el Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas de la UTP

De la Figura 1, se puede observar que cada una de las cartas contiene en el eje vertical la media y la desviación estándar de cada una de las muestras y en el eje horizontal el número de cada uno de los trimestres en que se realizaron las mediciones.

8. *Interpretación de las Cartas de Control:* Lo más importante de las cartas de control es saber analizarlas para poder identificar cualquier tipo de señal que indique cuando la variabilidad del proceso está siendo alterada por algún factor externo. Una forma rápida de estudiar una carta de control consiste en verificar que el proceso se encuentra trabajando bajo control estadístico, para esto es necesario conocer si el proceso es o no estable, es decir, si el promedio y la desviación estándar son lo más constante posible, esta situación se puede observar dentro de la carta de control

cuando ninguno de sus puntos se encuentra por fuera de los límites de control.

Otra forma más detallada para reconocer cuando un proceso es o no estable, es estudiando los posibles patrones que se pueden presentar dentro de las cartas de control [3].

2.2 Ejemplo: Los datos de la prueba de aptitud realizada en el Laboratorio de Metrología de la UTP para el Multímetro Multifunción Fluke 5500 A durante el año 2007 para la función Voltaje DC con Rango de 1020 V y Valor Nominal de 950 V son los que se muestran en la Tabla 1.

Función: Voltaje DC		Rango: 1020 V	Valor: 950 V
Fecha	Dato 1 (V)	Dato 2 (V)	Dato 3 (V)
2007-01-15	950,0	950,1	950,1
2007-04-16	950,0	950,0	950,1
2007-07-14	950,1	950,1	950,1
2007-10-15	950,0	950,0	950,0

Tabla 1. Datos para el Ejemplo

Por medio de la ecuación 1 y de la ecuación 3 se calcula la media y la desviación estándar de cada muestra y se obtiene la Tabla 2.

Muestra	\bar{x} (V)	s (V)
1	950,07	0,0577
2	950,03	0,0577
3	950,10	0
4	950,00	0

Tabla 2. Media y Desviación Estándar de cada Muestra

Utilizando las ecuaciones 2 y 4 para calcular la media general y la desviación estándar promedio se tiene:

$$\bar{\bar{x}} = 950,05 \text{ V}$$

$$\bar{s} = 0,02887 \text{ V}$$

Utilizando las ecuaciones 5 y 6, se calculan los límites de control:

- Carta *x barra*:

$$LCS = 950,106 \text{ V}$$

$$LC = 950,05 \text{ V}$$

$$LCI = 949,994 \text{ V}$$

- Carta *s*:

$$LCS = 0,07413 \text{ V}$$

$$LC = 0,02887 \text{ V}$$

$$LCI = 0,00000 \text{ V}$$

Las cartas de control son las de la Figura 2.

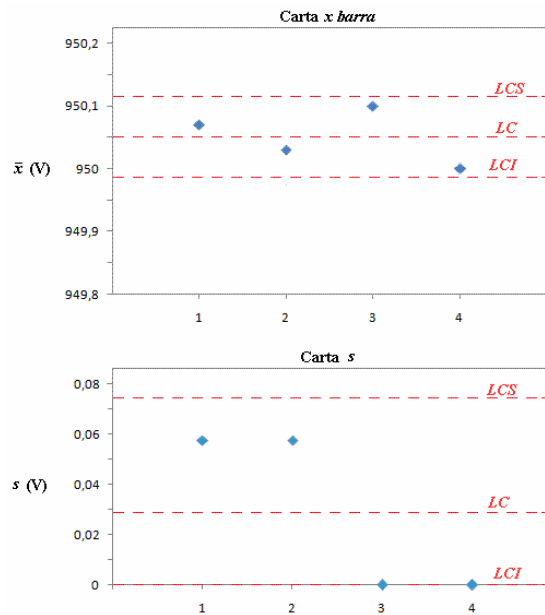


Figura 2. Cartas de Control *x barra* – *s* para los Datos del Ejemplo

Al observar las cartas de control obtenidas de la prueba de aptitud para esta función en el rango y valor especificados, se puede concluir que el equipo patrón se encuentra bajo control estadístico en este punto particular puesto que no existen puntos por fuera de los límites de control que indiquen lo contrario.

3. CONCLUSIONES

- Todas las empresas y en especial los laboratorios de calibración deben tener implementados dentro de su sistema de calidad procedimientos que garanticen la confiabilidad de las mediciones que se realizan con su equipo patrón.
- La prueba de aptitud basada en cartas de control es uno de los procedimientos que se llevan a cabo dentro de los laboratorios de calibración para analizar el comportamiento de su equipo patrón a través del tiempo, por tal razón es muy importante que se realice de forma periódica

según como se tenga indicado en el formato de descripción de dicho procedimiento.

- Las cartas de control x barra – s son una herramienta estadística muy útil para observar la variabilidad que se presenta dentro de cualquier tipo de proceso permitiendo diferenciar cuando esta variabilidad se encuentra alterada por posibles problemas o fallas externas.
- El encargado del control de calidad de un laboratorio de calibración debe conocer la forma de interpretar las cartas de control obtenidas de las pruebas de aptitud para identificar cuando está ocurriendo algún tipo de problema y poder realizar la correspondiente acción correctiva que permita solucionarlo en el menor tiempo posible.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] NTC-ISO-17025 Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración.
- [2] LLamosa Luis E, Meza Luis G. Métodos para el aseguramiento de la calidad de las mediciones en un laboratorio de calibración. Postergraph S.A. Colombia. 2008. pp 241.
- [3] Orozco Montgomery, Douglas. Control estadístico de la calidad. Limusa S.A. de C.V. pp 797.
- [4] Orozco J, Fernando R. 1999. Control de Calidad. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. pp 230.