



Ejercicios tema 4: Control estadístico de procesos (SPC)


1. Un proceso sobre el que se realiza un gráfico de control $\bar{X}-R$ (límites a $\pm 3\sigma$) se descentra $1,5\sigma$. Calcule la probabilidad de detectar el descentramiento en los 5 primeros controles para los tamaños de muestra:
 - a) $n=1$ (gráfico de observaciones individuales)
 - b) $n=4$
 - c) $n=9$
2. En el proceso del ejercicio anterior, suponiendo que el descentramiento se produce en el minuto 0, calcule la esperanza matemática del tiempo que transcurrirá hasta la detección, siguiendo las siguientes estrategias:
 - a) Controlar una unidad cada 2 minutos, empezando en el minuto 1.
 - b) Controlar 5 unidades cada 10 minutos, empezando en el minuto 5.
3. Un fabricante de cierto componente para la fabricación de electrodomésticos realiza un gráfico de control NP de su producción tomando cada día una muestra de 100 unidades. Se considera que en estado de control el proceso produce un 16% de defectos.
 - a) ¿Cuál es la probabilidad de que si el proceso cambia y pasa a producir un 20% de defectos, el cambio sea detectado el día siguiente a producirse?
 - b) ¿Cuál es la probabilidad de que el cambio se detecte dentro de los siguientes 5 días después de producirse?
4. Se realiza un gráfico de control para la proporción de defectos situando como línea central $P = 0,10$. Calcular el tamaño de muestra necesario si cuando se produce un cambio en el proceso que provoca $P=0,2$ se desea que la probabilidad de que los puntos del gráfico estén fuera de límites sea:
 - a) 50 %; b) 30%
5. Un proveedor con el que se tiene establecido un contrato de calidad concertada, entrega junto con cada partida de piezas el gráfico de control $\bar{X}-R$ que ha ido realizando durante su fabricación. Cada gráfico contiene 40 puntos y en los últimos 50 gráficos, correspondientes a las últimas 50 entregas, no hay ningún punto fuera de control. ¿Le parece esto normal? Razone su respuesta.
6.  Para estudiar un proceso de producción de comprimidos cuyo peso nominal es 3,25 gramos, se tomaron 5 unidades cada 15 minutos durante 10 horas. Los pesos correspondientes a las unidades muestreadas se hayan en el archivo VITA_C
 - a) ¿Cuál es el gráfico de control más adecuado en este caso? ¿Por qué es mejor controlar medias que observaciones individuales?
 - b) ¿Qué puede decir sobre la marcha del proceso a la vista del gráfico $\bar{X}-R$. ¿Cuáles deberían ser los límites si el proceso estuviera centrado y en estado de control?

7.  El archivo VISITAS_WEB.MTW contiene el número de visitas diarias durante los meses de octubre y noviembre de 2002 a una página web que informa sobre actividades de formación en el área de la calidad. El contenido del archivo es el siguiente:

Col.	Nombre	Contenido
C1	Fecha	Fecha
C2	Día	Día de la semana
C3	Visitas	Número de visitas

¿Cuál es el gráfico de control más adecuado para controlar el número diario de visitas? ¿Por qué?

Durante este periodo apareció un anuncio en la prensa anunciando unos cursos e indicando que en esta página web se podía obtener más información. ¿Cuándo apareció el anuncio? ¿Qué otros aspectos relevantes se pueden deducir del gráfico de control de estos datos? ¿Cuáles le parecen los límites de control más adecuados para los días laborables?


8.  Un proceso de fabricación de muelles para colchones produce 3000 muelles por hora y trabaja de 7:00 a 22:00 h. ininterrumpidamente. Tras la reciente contratación de un estudiante de la FME en prácticas, se decide implantar un control estadístico de este proceso. Para ello cada tres horas se toman cuatro muelles y se mide su longitud al aplicar una fuerza de 1 kg. Las especificaciones indican que debería estar entre 13.5 cm. y 14.5 cm.

Los datos correspondientes a la primera semana se encuentran en las columnas LONG1, HORA1 y DIA1 del fichero COLCHONES.MTW.

- Comente los aspectos más destacados del gráfico de control \bar{X} -R obtenido con los datos de esta primera semana. Identifique las causas asignables más relevantes.
- Compare los límites de control obtenidos con los que se obtienen considerando que se conocen los motivos (causas asignables) que han provocado puntos fuera de control. ¿Es el proceso capaz?

Tras eliminar las causas asignables, debidas fundamentalmente a problemas con la temperatura en los hornos de recocido y a un cambio de proveedor, la semana siguiente se continúa con la recogida de datos y se obtienen los de las columnas LONG2, HORA2 y DIA2.

- Comente los aspectos más relevantes del gráfico de control \bar{X} -R ¿Está el proceso en estado de control? ¿Es el proceso capaz?

9.  Un fabricante de envases para perfumes (los envases son de un tipo de plástico especial y se obtienen por inyección) llevado por las exigencias de su cliente por el aspecto del frasco tiene un sistema de control que consiste en lo siguiente:

El encargado de la inyectora mira los frascos a la salida de la máquina y detecta los defectos graves (frascos mal formados, frascos con falta de material, ...) cosa muy poco frecuente; si ocurre, separa el frasco en cuestión y ajusta la máquina. Además, cada hora un operario mira cien frascos y anota los defectos (leves)


hallados según el tipo. Los tipos se clasifican en:

- Rayaduras
- Burbujas
- Rebabas
- Otros

Si entre los cien hay más de 15 defectos se inspecciona toda la producción de la hora anterior para separar los frascos aceptables de los defectuosos y se ajustan las máquinas.

Los datos correspondientes a una semana de producción se encuentran en el fichero PERFUM.MTW (TOT: total de defectos, RAY: num. rayaduras, BURB: num. de burbujas, REB: num. rebabas, OTROS: num. de otros, DÍA: el día de la semana y HORA: la hora de producción inspeccionada)


- a) ¿Qué opinión le merece el sistema de control empleado?, ¿qué recomendaciones haría?
- b) A la vista de los datos, ¿qué cuestiones relevantes han ocurrido durante la semana?

- 10.**  Un fabricante de piezas de plástico por inyección produce carcasas para equipos informáticos. En una de las referencias, hay una longitud cuyas especificaciones son $452 \text{ mm} \pm 0.5$ que es de extremo interés para el cliente.

El fabricante decide controlar esa longitud por medio de un gráfico \bar{X} -R. No hallando un criterio de homogeneidad mejor, decide que los subgrupos estén formados por cuatro piezas consecutivas. Cada hora toma un subgrupo. En el fichero PLASTICO.MTW encontrará los datos.

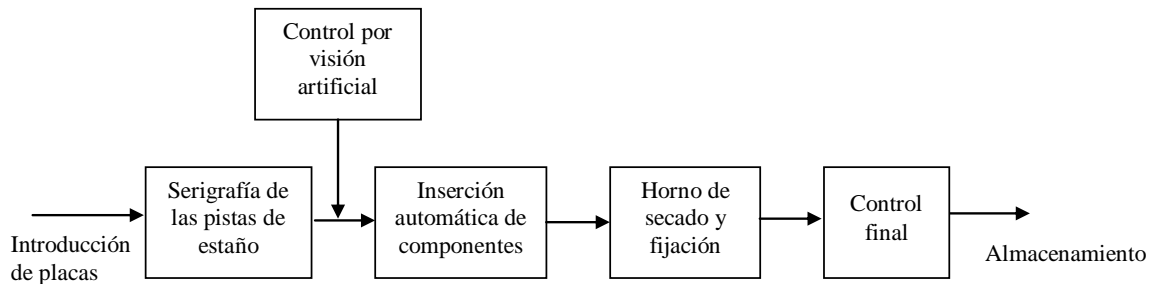
En las columnas Longitud y Hora long. aparecen las longitudes y horas en las que se tomó el subgrupo correspondientes a la primera semana de toma de datos.

- a) Comentar los aspectos más relevantes del gráfico \bar{X} -R.
- b) En las columnas C5, C6 y C7 encontrará las presiones, viscosidades y temperaturas de inyección correspondientes a cada uno de los subgrupos. (Para facilitar su labor las columnas C3 y C4 contienen respectivamente la media y rango de cada subgrupo, y en la C8 la hora). A la vista de estos datos, recogidos de forma rutinaria por el encargado del proceso, ¿cuales son a su juicio las causas asignables?.
- c) Gráficamente: ¿En qué condiciones de presión, viscosidad y temperatura le parece razonable inyectar?
- d) Suponiendo que fuese capaz de producir en las condiciones que usted ha fijado en el apartado anterior, ¿qué opina de la capacidad del proceso?. (Base su opinión en los datos del pasado que le parezcan adecuados).

- 11.**  En el fichero VENDEDORES.MTW encontrará las ventas mensuales de un determinado modelo de automóvil, realizadas por 5 vendedores durante el año 97. El citado modelo era objeto de una promoción por parte del fabricante según la cual el vendedor que más vehículos vendiese sería recompensado con un viaje a Cuba. Juan fue el agraciado.

¿Se lo merece? ¿Es Juan el mejor vendedor? Justifique (técnica y brevemente) su respuesta.

12. Una línea automática de fabricación de circuitos electrónicos que produce unos 5000 circuitos al día, puede representarse esquemáticamente con el siguiente diagrama:



El control por visión artificial de las pistas de estaño se realiza al 100% de la producción y detecta un 5 por mil de defectos cuando el proceso funciona correctamente, pero esta proporción aumenta cuando se requieren ajustes, limpieza de las boquillas u otras acciones de mantenimiento.

Se plantea la posibilidad de realizar un control estadístico de los defectos producidos en la estación de serigrafía. Indique cuales de las siguientes opciones le parecen razonables:

- No tiene sentido realizar ningún tipo de control estadístico del proceso si ya se realiza un control del 100% de la producción.
 - Podría realizarse un gráfico de control P o NP para reaccionar rápido si la proporción de defectos aumenta.
 - Se podría realizar un gráfico tipo C representando el número de defectos detectados cada día (si la producción diaria no es constante se utilizaría un gráfico U).
 - Se podría controlar el número de piezas producidas hasta que se produce un defecto (variable aleatoria que sigue una distribución binomial negativa), estableciendo los criterios de actuación adecuados.
13. Elabore un programa en R que construya gráficos de control NP punto a punto y que permita simular un cambio en el número de defectos producidos. Los límites se deben fijar en función del porcentaje de defectos inicial y se deben poder modificar las siguientes variables:
- Número de puntos que contiene el gráfico
 - Tamaño de las muestras
 - Porcentaje de defectos inicial
 - Porcentaje de defectos después del cambio
 - Punto en el que se produce el cambio

Utilizar la macro para visualizar como se comporta el gráfico al cambiar el número de defectos y las otras variables de entrada.