



---

## CAPITULO 5 MARCO TEORICO

En este capítulo se revisan algunos conceptos utilizados en el desarrollo de este trabajo. Los conceptos utilizados fueron seleccionados, en primer lugar por su importancia y por los buenos resultados obtenidos en la solución de problemas. Se presenta brevemente sus definiciones y las bases teóricas que los sustentan.

### 5.1 Gráficas de Control de Calidad.

La gráfica de control de calidad  $\bar{x}$  es una técnica utilizada para el proceso de control estadístico de calidad. Estas gráficas marcan los promedios de muestras tomadas del proceso a través del tiempo. La gráfica tiene una línea central (LC), un límite de control superior (LSC) y un límite de control inferior (LIC).

La línea central representa el valor promedio de la característica de calidad que corresponde al estado dentro de control. Los límites de control son elegidos de tal forma que si el proceso está en control, casi todos los puntos muestrales caerán entre ellos. Sin embargo, un punto que cae fuera de los límites se interpreta como evidencia de que el proceso está fuera de control, por lo que se requiere una investigación y una acción correctiva para encontrar y eliminar la causa asignable responsable de este comportamiento.

Es importante notar que si todos los puntos graficados dentro de los límites de control, se comportan de una manera sistemática o no aleatoria, puede indicar que el proceso está fuera de control.

Un modelo general de una gráfica de control para la característica  $W$  es:

$$\text{LSC} = \mu_w + k \sigma_w$$

$$\text{LC} = \mu_w$$

$$\text{LIC} = \mu_w - k \sigma_w \quad (5.1)$$

donde:

$k$  - distancia de los límites de control de la línea central, expresada en unidades de desviación estándar. (Fig.5.1)

$\mu_w$  - media de  $W$

$\sigma_w$  - desviación estándar de  $W$

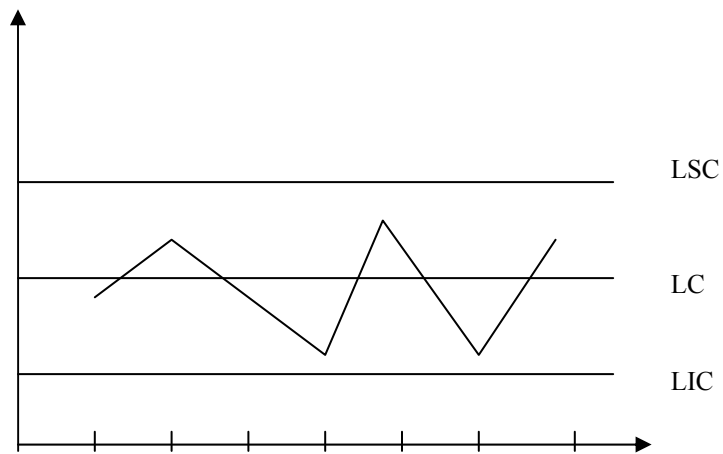


Fig. 5.1

Las gráficas de control pueden ser clasificadas en dos tipos:



1. Por variables: si la característica de calidad puede ser medida y expresada como un número en alguna escala continua
2. Por atributos: si la característica de calidad puede ser medida como una fracción defectuosa o como número de no-conformidades por pieza.

## 5.2 Algoritmos Genéticos.

Los algoritmos genéticos son introducidos en 1975, para imitar algunos de los mecanismos que se observan en la evolución de las especies. Los mecanismos no son conocidos con profundidad pero sí algunas de sus características: la evolución ocurre en los cromosomas; un ser vivo da vida a otro mediante la decodificación de los cromosomas de sus progenitores, el cruce de los mismos, y la codificación de los nuevos cromosomas formando los descendientes; las mejores características de los progenitores se trasladan a los descendientes, mejorando progresivamente las generaciones.

Basándose en estas características, Holland creó un algoritmo que genera nuevas soluciones a partir de la unión de soluciones progenitoras similares a los de la reproducción, sin necesidad de conocer el tipo de problema a resolver.

Las soluciones de un cierto problema se codifican mediante cromosomas; a éstos se les aplica la función objetivo del problema, obteniéndose un valor que se denomina bondad. Siempre existe un conjunto de soluciones almacenadas denominado generación o población. Las soluciones se aparean a través de ciertos mecanismos de reproducción,



obteniéndose nuevas soluciones que se incorporan a la población, desplazando a las de menor bondad. Las soluciones con mayor bondad se aparean con mayor frecuencia. El algoritmo finaliza cuando no se mejora la bondad media en cierto número de iteraciones.

### **5.3.1 Descripción del Algoritmo.**

Una descripción posible de este algoritmo es la siguientes:

1. Inicialmente se genera un conjunto de cromosomas (soluciones) que forman la población inicial. Cada generación se ordena por la bondad (valor de la función).
2. En cada generación:
  - a) Se eligen dos soluciones progenitoras según cierto criterio dependiente de la bondad de cada solución.
  - b) Se generan dos soluciones descendientes según ciertos operadores de reproducción.
  - c) Se almacenan los descendientes ordenados por sus bondades.
  - d) Tras un cierto número de emparejamientos, se incorporan los descendientes en sustitución de los peores progenitores (según bondades).
3. Tras un cierto número de generaciones (iteraciones), se finaliza el algoritmo.

Cada paso de los definidos con anterioridad puede ser interpretado de diferentes formas y adaptado al problema en concreto.



---

Los siguientes módulos forman parte de todos los algoritmos genéticos y las técnicas asociadas a dichos módulos:

1. Módulo de Evaluación.

Se encarga de medir la bondad de un cromosoma respecto a la función a evaluar. Se obtiene un valor para cada cromosoma, equivalente a la función objetivo de una solución admisible. Mientras mayor sea la bondad mejor es la solución, por lo que en problemas de minimización se suele utilizar el valor inverso de la función objetivo desplazado positivamente para evitar la división entre cero.

2. Módulo de la Población.

Utiliza técnicas para mantener y manipular los cromosomas de una misma generación. Dichas técnicas son:

a) Técnicas de Representación: es la forma de representar una solución del problema para ser tratada por el algoritmo genético. Las formas conocidas son:

- Codificación binaria.
- Codificación basada en valores reales.
- Codificación basada en razones.
- Codificación basada en orden.

b) Técnicas de Borrado: Es la definición de la primera generación de cromosomas.

La forma más usual es la aleatoria, pero si es posible se aplica algún algoritmo de inicialización para partir de soluciones mejoradas.



- c) Técnicas de Reproducción: establece cuáles pasan a ser nuevos miembros de la generación. La técnica más usada es el estado estable sin duplicar, que consiste en:
- Se crean  $n$  descendientes diferentes a los progenitores.
  - Se borran  $n$  progenitores.
  - Se evalúan e insertan en la población.
- d) Técnicas de evaluación de la Bondad: son las que establecen el valor de la bondad a partir de la evaluación de la función. La más habitual es que la bondad coincida con el valor de la función. Otras técnicas son:
- Ventanas con mínimos.
  - Normalización lineal con decremento y máximo.
- e) Técnicas de Selección de Progenitores: es la elección de los cromosomas a aparear; la más usual es la denominada selección por ruleta y consiste en aparear proporcionalmente al valor de la bondad.

### 3. Módulo de Reproducción.

Es el encargado de usar técnicas para crear los nuevos cromosomas a partir de los progenitores. Dichas técnicas son:

- a) Operadores: son los que establecen cómo se generan los descendientes a partir de los progenitores; fundamentalmente son:
- Cruce: consiste en intercambiar trozos de cromosomas de los progenitores; si existe un único punto de cruce se intercambia un trozo de cada uno. El cruce reduce la región pues los descendientes se parecen a los progenitores. Para



---

problemas con restricciones pueden obtenerse descendientes no admisibles, siendo necesario un cruce específico.

- Mutación: es la introducción de un cambio aleatorio en un elemento de un cromosoma descendientes. La mutación introduce diversidad de los descendientes respecto a los progenitores, ya que en ocasiones, la convergencia del procedimiento a buenas soluciones puede ser prematura y quedarse atrapado en óptimos locales.
  - Inversión: es el intercambio de dos elementos de un cromosoma.
- b) Técnicas de Selección del Operador: cuando se dispone de más de un operador, hay que establecer una forma de elegir el operador para la reproducción.
- c) Técnicas de Parametrización: definen la evolución de los parámetros de reproducción.

### **5.3.2 Convergencia del Algoritmo.**

Dado que el algoritmo opera con una población en cada iteración, se espera que el método converja de modo que al final del proceso la población sea muy similar, y en el infinito se reduzca a un sólo individuo.