



NOMBRE DEL ALUMNO:

Everardo Estrella Rojo

CARRERA:

Ing. Mecatrónica

MATERIA:

Ingeniería de Control

GRADO Y GRUPO:

8°-B

CUATRIMESTRE:

Septiembre - Diciembre

NOMBRE DEL DOCENTE:

Morán Garabito Carlos Enrique

Tipos de controles usados en los sistemas de control

Control en Cascada

Control Adaptativo

Control Selectivo

Control de Rango Partido

Control Anticipatorio

Control Predictivo

Control Realimentado

Control por Actuadores en Paralelo

Intercambiadores de Calor

En el diario vivir las personas, según sus necesidades, recurren a una u otra estrategia para solucionar un problema o efectuar determinadas labores. En función de esto podemos indicar que para determinadas problemáticas existen estructuras o procedimientos, que teniendo en cuenta los datos iniciales, mediante una determinada distribución de piezas o componentes logra solucionar el problema. A este concepto por lo general se le denomina estrategia. Cuando hablamos de estrategia determinamos una distribución de piezas o componentes, las cuales tienen ciertas tareas que efectuar y en algún orden, para alcanzar nuestro objetivo. En el mundo de los sistemas de control automático también existe este concepto, en este caso se denomina estrategia de control y está relacionado con la distribución de los dispositivos o equipos bajo los cuales funciona un proceso o máquina. Las estrategias de control determinan la estructura o circuito que sigue la información o señales en el lazo. Dependiendo de la aplicación (entorno de trabajo, máquina) a gobernar se debe definir el actuar de las variables de proceso (nivel, humedad, presión, flujo, temperatura, etc.). En función de esta información se incorporarán determinados instrumentos y/o equipos con los cuales se debe lograr la estabilidad en la aplicación o sistema.

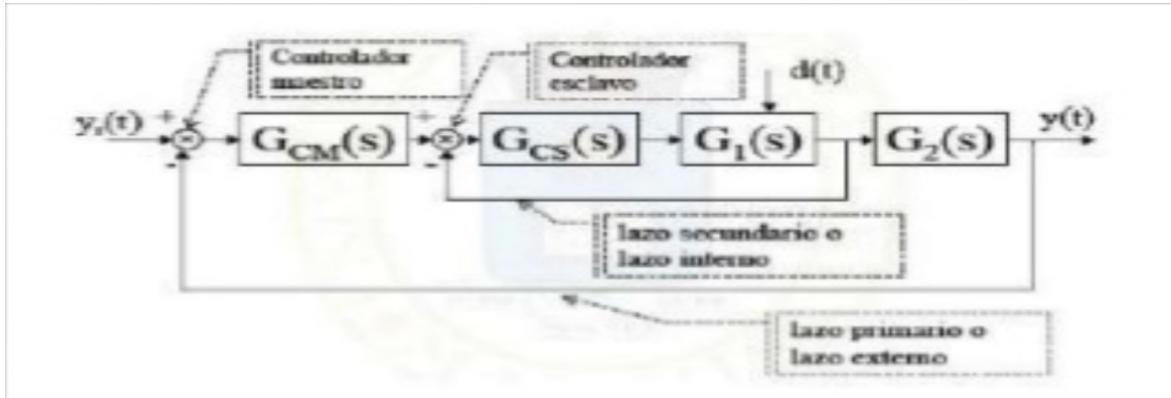
Se define como la configuración donde la salida de un controlador de realimentación es el punto de ajuste para otro controlador de realimentación, por lo menos. Más exactamente, el control de cascada involucra sistemas de control de realimentación o circuitos que estén ordenados uno dentro del otro.

Existen dos propósitos para usar control cascada:

1. Eliminar el efecto de algunas perturbaciones haciendo la respuesta de regulación del sistema más estable y más rápida.
2. Mejorar la dinámica del lazo de control.

La estructura de control en cascada tiene dos lazos un lazo primario con un controlador primario también llamado “maestro” $K_1(s)$ y un lazo secundario con un controlador secundario también

denominado “esclavo” $K_2(s)$, siendo la salida del primario el punto de consigna del controlador secundario. La salida del controlador secundario es la que actúa sobre el proceso.



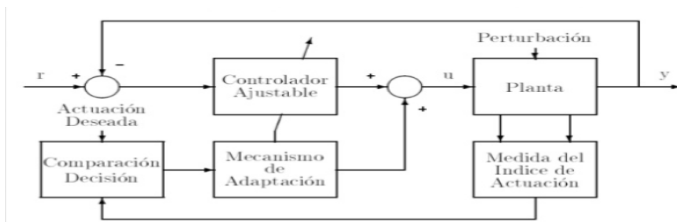
Ventajas

1. produce estabilidad en la operación
2. Las perturbaciones en el lazo interno o secundario son corregidas por el
3. controlador secundario, antes de que ellas puedan afectar a la variable
4. primaria.
5. Cualquier variación en la ganancia estática de la parte secundaria del
6. proceso es compensada por su propio lazo.
7. Las constantes de tiempo asociadas al proceso secundario son
8. drásticamente por el lazo secundario.
9. El controlador primario recibe ayuda del
10. controlador secundario para
11. lograr una gran reducción en la variación de la variable primaria.
12. Es menos sensible a errores de modelado.
13. Incremento de la capacidad de producción.

Es aplicable solo cuando pueden obtenerse mediciones de variables adicionales de proceso. Requiere medir las perturbaciones en forma explícita, y además es necesario un modelo para calcular la salida del controlador. En algunas aplicaciones la variable controlada no puede medirse y la realimentación no puede realizarse.

El termino adaptativo significa cambiar el comportamiento conforme a nuevas circunstancias. Un regulador adaptativo es un regulador que puede modificar su comportamiento en respuesta a cambios en la dinámica del sistema y a las perturbaciones. Este mismo objetivo es el de la inclusión de la realimentación en el bucle de control, por lo que surge la pregunta de cuál es la diferencia entre control realimentado y control adaptativo.

Existen muchas definiciones de control adaptativo, siendo una de las más aceptadas, que control adaptativo es un tipo especial de control no lineal en el que el estado del proceso puede ser separado en dos escalas de tiempo que evolucionan a diferente velocidad



El esquema básico del control adaptativo, (Landau 1974) según puede verse en la figura, está compuesto por un bucle principal de realimentación negativa, en el que actúa al igual que en los sistemas convencionales un

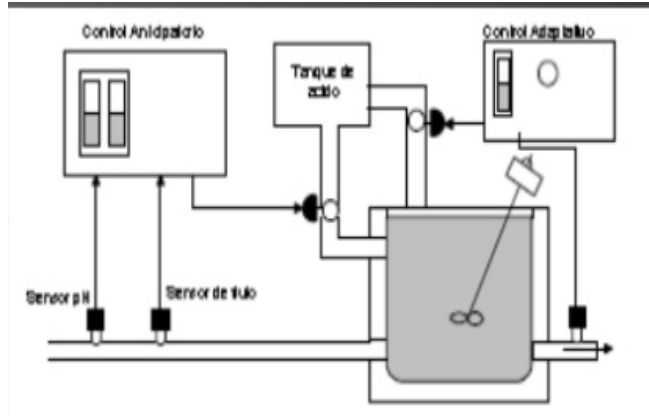
regulador y de otro bucle en el que se mide un cierto índice de funcionamiento, el cual es comparado con el índice deseado y se procesa el error en un mecanismo de adaptación que ajusta los

parámetros del regulador y en algunos casos actúa directamente sobre la señal de control. La característica fundamental que distingue a los sistemas adaptativos es la presencia de un bucle de control en el que se compara un índice de funcionamiento (Landau 1981).

La figura muestra como un lazo de control realimentado con un control adaptativo pueden ser usados para corregir una variable de disturbio no medido, tal como la variación en la concentración del ácido.

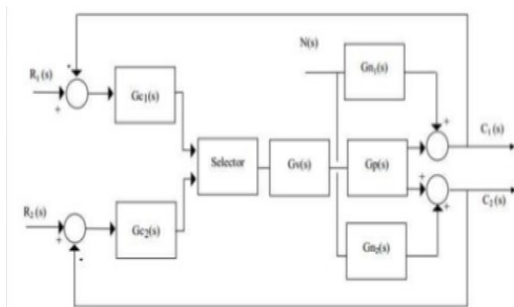
El control adaptativo es un método en el cual la respuesta de un controlador cambia automáticamente basado en los cambios de las condiciones dentro del proceso.

En este ejemplo, un instrumento monitorea el pH y su salida es transmitida a un controlador adaptativo. Si el pH varía del nivel deseado, el controlador ajusta su repuesta para adicionar más o menos ácido al reactor hasta estabilizar el pH en el rango de 6,2 a 6,4. Este ajuste es hecho automáticamente con la ayuda de la microelectrónica.



Un controlador adaptativo debe contener: 1. Una ley de control con parámetros ajustables. 2. Caracterización de la respuesta del sistema en bucle cerrado (Modelo de referencia o las especificaciones para el diseño). 3. Procedimiento de diseño. 4. Actualización de parámetros basado en las medidas. 5. Realización de la ley de control.

El control selectivo o es un sistema que se emplea para limitar la variable de procesos en un valor alto o bajo con el fin de evitar daños en el proceso, en el personal o en el equipo. Para su aplicación se requiere aplicar control sobre dos variables en un proceso, relacionados entre sí de tal manera que una u otra pueda ser controlada por la misma variable manipulada. Como una variable manipulada sólo puede controlarse por una variable, debe existir la posibilidad de transferir el mando de una de los lazos de control al otro cuando las complicaciones de funcionamiento así lo exigen. La transferencia del mando se logra conectando la salida de los dos controladores a un interruptor selector de la más baja o de la más alta, de dos señales cuya salida esté conectada al elemento final de control.

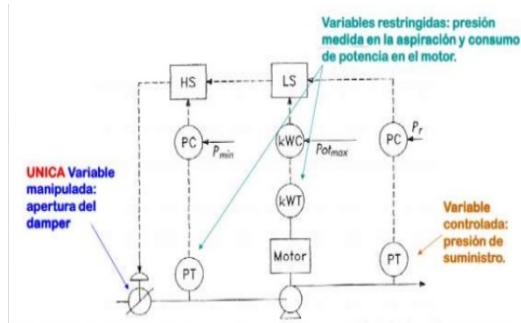


En el control de sobre mando se emplean dos controladores GC1 y GC2 que controlan las variables C1 y C2 respectivamente. Las salidas de los controladores se conectan a las entradas de un interruptor selector de señales, la salida del interruptor maneja el elemento final de control. El punto de referencia del controlador 2 subdivide el rango de valores de su variable controlada en rango de valores aceptados y rangos de valores no aceptados o de riesgo. El controlador 1 mantiene el valor de la variable controlada 1 a su punto de

aceptados o de riesgo. El controlador 1 mantiene el valor de la variable controlada 1 a su punto de

referencia, si se cumple la condición de que el valor de la variable controlada 2 esté dentro del rango de valores de no riesgo. Para la variable controlada 2 se toleran desviaciones de su punto de referencia si ocurren en el rango de no riesgo. Si la variable controlada 2 entra en el rango de valores de riesgo el interruptor opera por transferir el manejo del elemento final al controlador 2 para que lleve su variable controlada al rango de no riesgo. Cuando esto ocurre el interruptor transfiere el mando al interruptor 1.

Ejemplo: Compresor que suministra gas a presión. El motor no debe sobrepasar una potencia máxima y la presión en la aspiración debe ser superior a un mínimo. Al aumentar la presión

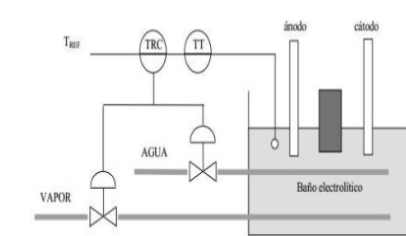
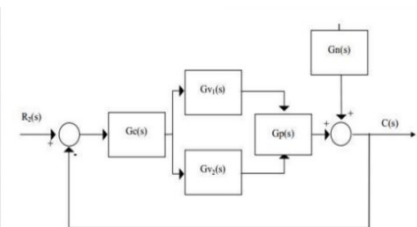


demandada el controlador abre válvula aumentando la potencia consumida y la presión en aspiración. Al disminuir la demanda disminuyen las variables restringidas.

Objetivo: Mantener bajo control (entendido como

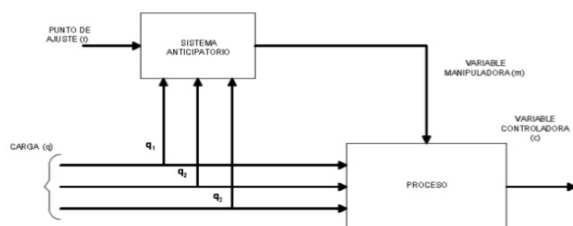
conseguir que no se superen determinados límites) varias variables de proceso manipulando una sola variable • Varios objetivos de control asociados a un proceso no pueden satisfacerse simultáneamente • No es posible eliminar la desviación en todas ellas a cambios en la carga o en el punto de consigna • Es necesaria alguna estrategia en que las variables controladas puedan compartir variables manipuladas

Es un sistema de control en el cual existe una sola variable controlada y dos o más variables manipuladas que deben tener el mismo efecto sobre la variable controlada. Para realizar este sistema se requiere compartir la señal de salida del controlador con varios elementos finales de control.



Ejemplo: Control de temperatura de un baño electrolítico En estos baños el calor producido por el paso de la corriente eléctrica, es removido por un flujo controlado de agua de enfriamiento. Cuando se requiere recubrir piezas de gran tamaño la temperatura del baño desciende, por lo que se emplean serpentines que transportan flujos regulados de vapor para llevarlo hasta su punto de referencia. Cuando la

solución electrolítica está en el punto de referencia, los flujos de agua y de vapor deben ser nulos. Las acciones anteriores deben realizarse con un controlador de rango partido, cuya salida va a los posicionadores de las válvulas de agua y de vapor.



Ingeniería de Control

Es el control en el cual, la información relacionada con una o más condiciones perturba la variable controlada, se convierten por fuera de cualquier malla retroalimentada, en acción correctiva para minimizar la desviación de la variable controlada.

La estrategia de control por anticipación, ofrece una solución diferente del método de tanteo y error adoptado por el control de realimentación. En los sistemas anticipatorios los principales componentes de las cargas son medidas y usadas para calcular el valor de la variable manipulada necesaria para mantener un control próximo al punto deseado. En la figura, se muestra el camino de la información a partir de la carga hasta la variable manipulada del proceso. El control anticipatorio es similar a mirar a través del parabrisas. En el control anticipatorio, una variable es medida y ajustada en la entrada del proceso permitiendo no detectar error, en el proceso. En efecto, la acción correctiva es tomada antes ocurra algo malo ocurra en el sistema. El control anticipatorio puede ser usado para controlar la composición química en un proceso de manufactura.

En procesos difíciles de controlar por retroalimentación debido a la presencia de tiempo muerto y retardos considerables.

- En procesos recibiendo corrientes no controladas provenientes de otras partes de la planta, conviene utilizar control anticipatorio para neutralizar el efecto sobre las variables controladas perturbadoras.
- Su principal ventaja es detectar las variables perturbadoras y tomar acción correctiva antes de desviar la variable controlada con respecto a su punto de referencia. Esta característica lo hace recomendable para procesos de tiempo muerto y de respuesta dinámica muy lenta.
- Como desventajas requiere medir todas las variables perturbadoras. Además de tener buen conocimiento del modelo del proceso. No corrige perturbaciones no medidas. Es insensible a Variaciones en los parámetros de los elementos en el lazo de control.

El control predictivo tiene como objetivo resolver de forma efectiva, problemas de control y automatización de procesos industriales que se caractericen por presentar un comportamiento dinámico complicado, multivariable, y/o inestable. La estrategia de control en que se basa este tipo de control, utiliza el modelo matemático del proceso a controlar para predecir el comportamiento futuro de dicho sistema, y en base a este comportamiento futuro puede predecir la señal de control futura. El control predictivo integra disciplinas como el control óptimo, control estocástico, control de procesos con retardo de tiempo, control multivariable, control con restricciones. El control predictivo utiliza un modelo explícito para predecir la salida del proceso en instantes futuros de tiempo, además mediante el uso de algoritmos se calculan las señales de control minimizando una función objetivo.

Entre las ventajas se pueden citar:

- Formulación en el dominio del tiempo, lo cual le permite ser una técnica flexible, abierta e intuitiva.

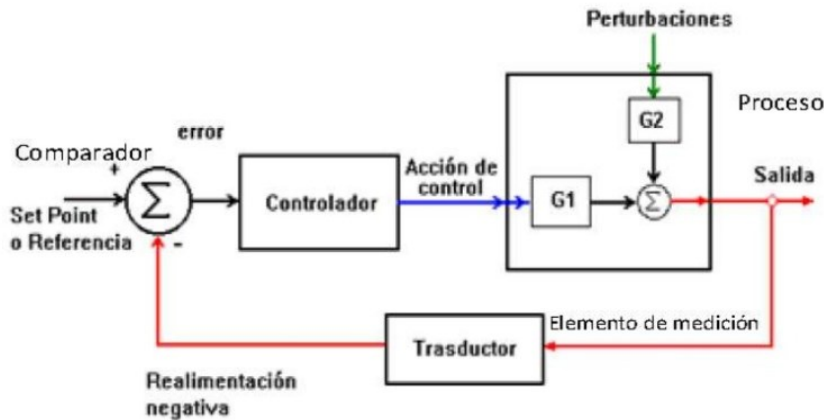
- Permite tratar con sistemas lineales y no lineales, mono variables y multivariables utilizando la misma formulación para los algoritmos del controlador.
- La ley de control responde a criterios de optimización.
- Permite la incorporación de restricciones en la síntesis o implementación del controlador.
- Requiere el conocimiento de un modelo dinámico del sistema suficientemente preciso.
- Requiere un algoritmo de optimización, por lo que solo se podría implementarse por medio de una computadora.
- Requiere un alto coste computacional, lo que hace difícil su aplicación a sistemas rápidos.
- Hasta hace relativamente poco, no se podía garantizar la estabilidad de los controladores, especialmente en el caso con restricciones. Esto hacía que el ajuste de estos controladores fuese heurístico y sin un conocimiento de cómo podían influir los parámetros en la estabilidad del sistema.

Es el principio de todo sistema de control automático. Es la aplicación del concepto de realimentación o feedback (medición tomada desde el proceso que entrega información del estado actual de la variable que se desea controlar) cuya característica especial es la de mantener al controlador central informado del estado de las variables para generar acciones correctivas cuando así sea necesario. Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control de lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente.



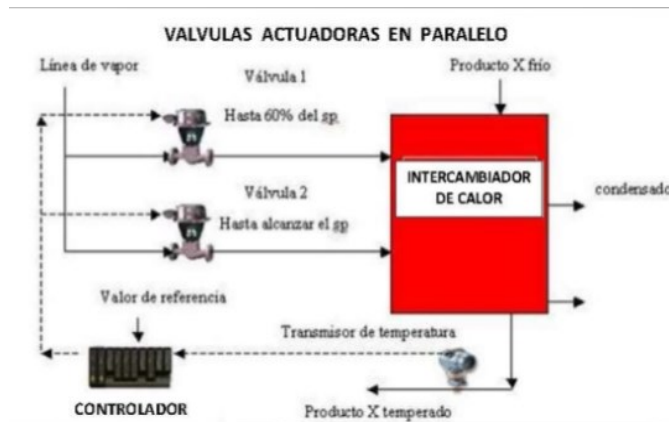
1. Elemento de comparación: Este elemento compara el valor requerido o de referencia de la variable por controlar con el valor medido de lo que se obtiene a la salida, y produce una señal de error la cual indica la diferencia del valor obtenido a la salida y el valor requerido.
2. Elemento de control: Este elemento decide que acción tomar cuando se recibe una señal de error.
3. Elemento de corrección: Este elemento se utiliza para producir un cambio en el proceso al eliminar el error.
4. Elemento de proceso: El proceso o planta, es el sistema dónde se va a controlar la variable.
5. Elemento de medición: Este elemento produce una señal relacionada con la condición de la variable controlada, y proporciona la señal de realimentación al elemento de comparación para determinar si hay o no error.

En algunas ocasiones para alcanzar rápidamente el valor de Set - Point; se incorporan varios dispositivos de salida (actuadores) al proceso, de manera que cuando el controlador determina que el parámetro controlado necesita corregirse ordena a todos o alguno de los actuadores a corregir el problema. En el esquema corresponde a un intercambiador de calor. En este caso está dispuesta la estrategia de control por actuadores en paralelo para lograr el control de la temperatura.



Ingeniería de Control
Calentamos un producto X en función de la energía generada por otro (vapor). El circuito compuesto por un sensor -transmisor, un controlador y 2 válvulas de control.

Se desea alcanzar rápidamente la temperatura asignada o de referencia (por ej. 80 ° C). Teniendo en cuenta que la medición actual está por debajo del 60% del valor de referencia operarán las 2 válvulas permitiendo el ingreso de vapor al intercambiador, esto generará un alza significativa de la temperatura de nuestro producto X. Para cuando el valor de temperatura supere el 60 % del valor de ref., entonces solo trabajará una válvula permitiendo llegar de forma cómoda a nuestra meta y en un tiempo de espera bajo. Como podemos darnos cuenta, para lograr alcanzar una meta u objetivo dependeremos de una estrategia y está en su estructura tendrá determinados componentes. En el mundo del control automático todas las variables de proceso están sometidas a diversas estrategias de control, las que determinan el actuar de la aplicación y la seguridad hacia las personas como también al entorno de trabajo mismo.



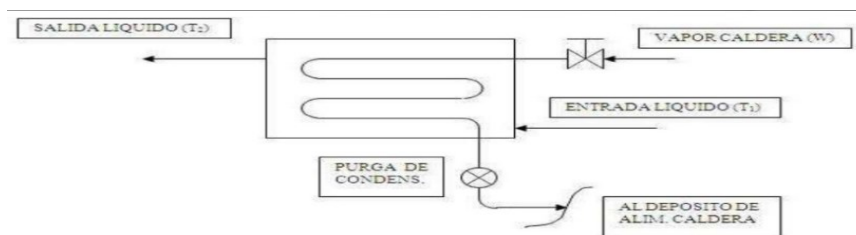
Un intercambiador de calor es un dispositivo donde ocurre una transferencia de calor entre dos fluidos, esta transferencia va desde un cuerpo caliente a un cuerpo frío y cesa cuando se alcanza el equilibrio térmico. Un ejemplo típico es una unidad de proceso de una Planta Industrial Química. Su objetivo es modificar la temperatura de un determinado caudal de fluido (generalmente líquido), por contacto indirecto con otro fluido que cederá o absorberá calor, según sea el caso.

31. Si consideramos que el vapor abandona el serpentín a la temperatura de condensación la ecuación es la siguiente: $W \cdot lw = q \cdot r \cdot cp \cdot (T_2 - T_1)$ Donde: W = Flujo másico del vapor de agua (Kg/h) lw = Calor latente de vaporización del vapor de agua en las condiciones de trabajo (Kcal/kg) q = Caudal volumétrico del líquido (m³/h) r = Densidad del líquido (Kg/m³) Cp = Calor específico del líquido (Kcal/Kg °C) T_2 = Temperatura del líquido de salida (°C) T_1 = Temperatura del líquido de entrada (°C) Además son necesarios otros cálculos, como el de la superficie de contacto del serpentín.

32. El Sistema de Control Automático de temperatura o “Lazo de Control” consta de los siguientes instrumentos: a) Transmisor de temperatura, que consta de la sonda o sensor y del cable eléctrico que transmite una señal de pequeña intensidad de corriente, de 4 a 20 mA. b) Controlador de temperatura, que realiza la función de comparación de la señal proveniente del transmisor con el valor correspondiente a la señal que da el valor deseado de T_2 . c) Transductor electro-neumático, que cambia la escala de la respuesta del controlador de electrónica a neumática, es decir, de presión de aire de 3 a 15 p.s.i., a libras/pulgada cuadrada. d) El actuador de la válvula, que consiste en un Servomotor Neumático, preparado para modificar la posición de apertura o cierre de la válvula en función del valor de la presión de aire recibida.

De acuerdo con la dirección de los fluidos.

- Contraflujo: donde los fluidos fluyen en sentido contrario a través del IC.
- Paralelo: los dos fluidos entran al intercambiador por el mismo extremo y estos presentan una diferencia de temperatura significativa.
- Cruzado: uno de los fluidos fluye de manera perpendicular al otro fluido, esto es, uno de los fluidos pasa a través de tubos mientras que el otro pasa alrededor de dichos tubos formando un ángulo de 90.



De acuerdo a la forma de transferencia de calor.

- Contacto indirecto: El IC tiene lugar a través de una superficie no habiendo mezcla.
- Contacto directo: El intercambio térmico va acompañado de intercambio másico.
- Cambio de fase: pueden ser evaporadores o condensadores. En síntesis, estos dispositivos permiten remover calor de un punto a otro de manera específica en una determinada aplicación.

Según su construcción.

- Tubo y coraza: consiste en un conjunto de tubos en un contenedor llamado carcasa. El flujo de fluido dentro de los tubos se le denomina comúnmente flujo interno y aquel que fluye en el interior del contenedor como fluido externo de la carcasa por las placas del tubo.
- Platos: consiste en placas en lugar de tubos para separar a los dos fluidos caliente y frío. Los líquidos calientes y fríos se alternan entre cada una de las placas y los baffles dirigen el flujo del líquido entre las placas.
- Adiabático: utiliza un fluido intermedio o tienda sólido para mantener el calor, que se mueve entonces hacia el otro lado del intercambiador de calor para ser liberados.
- Placas de aleta: contiene aletas para aumentar la efectividad de la unidad.

- Placas de almohadas: permite enfriar a través de casi toda la superficie del tanque. Se utiliza comúnmente en la industria láctea.
- De fluidos: es un IC con un gas que pasa hacia arriba a través de una ducha de líquido (a menudo agua), y el líquido se toma en otro lugar antes de ser enfriado. se utiliza en máquinas de café express.

Las aplicaciones de los intercambiadores de calor son muy variadas y reciben diferentes nombres:

- Intercambiador de Calor: Realiza la función doble de calentar y enfriar dos fluidos.
- Condensador: Condensa un vapor o mezcla de vapores.
- Enfriador: Enfria un fluido por medio de agua.
- Calentador: Aplica calor sensible a un fluido.
- Re hervidor: Conectado a la base de una torre fraccionadora proporciona el calor de reebullición que se necesita para la destilación. (Los hay de termosifón, de circulación forzada, de caldera, etc.)
- Vaporizador: Un calentador que vaporiza parte del líquido.

Intercambiadores de contacto directo: son aquellos dispositivos en los que los fluidos sufren una mezcla física completa.

Intercambiadores de contacto indirecto: Alternativos: ambos fluidos recorren un mismo espacio de forma alternada, la mezcla entre los fluidos es despreciable.

De superficie: son equipos en los que la transferencia de calor se realiza a través de una superficie, cilíndrica o plana, sin permitir el contacto directo.

Las perturbaciones más comunes en intercambiadores de calor, son:

- a) La presión de vapor.
- b) La temperatura de entrada.
- c) El caudal de entrada.
- d) El título del vapor