

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA
TECNICATURA UNIVERSITARIA EN MECATRÓNICA

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 2021

ING. LEONARDO SANTA CRUZ

UNIDAD 1 – 1.3

CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS

- Podemos diferenciar:
 1. Sistema de equipos en línea, sin pulmón
 2. Sistema de equipos paralelos independientes
 3. Sistema con equipos redundantes

1. Sistema de equipos en línea, sin pulmón



$$K_s = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = \text{productoria } K_i$$

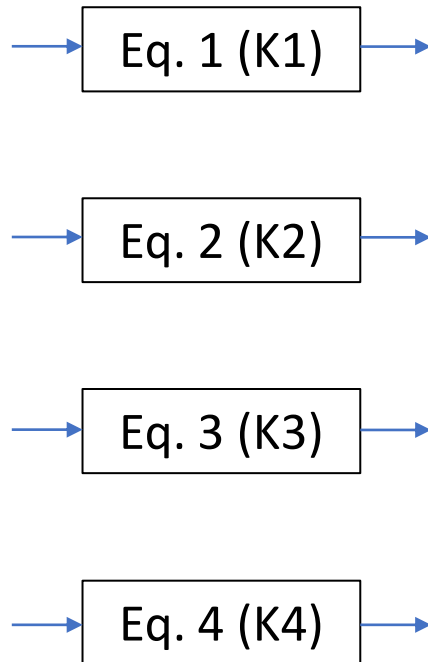
1. Sistema de equipos en línea, sin pulmón



$$K_s = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = \text{productoria } K_i$$

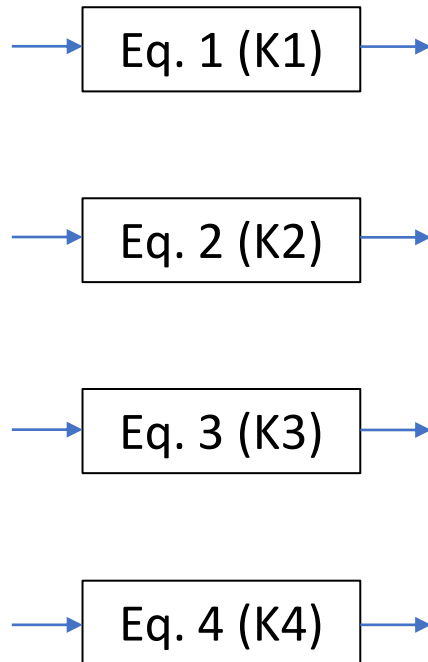
Ejemplos: fábrica de gaseosas; desmotadora de algodón.

2. Sistema de equipos paralelos independientes



$$K_s = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{4} = \text{promedio } K_i$$

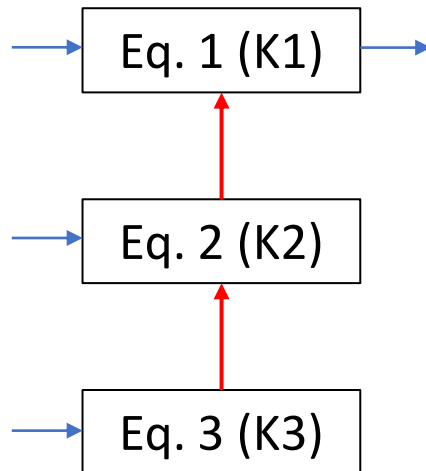
2. Sistema de equipos paralelos independientes



$$K_s = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{4} = \text{promedio } K_i$$

Ejemplos: taller de soldadura, tornería.

3. Sistema con equipos redundantes



$$K_s = 1 - [(1 - k_1) \cdot (1 - k_2) \dots] = 1 - \text{productoria de los } (1 - K_i)$$

K_s = la probabilidad de que al menos un equipos esté disponible

$(1 - K_i)$ = probabilidad de que el equipo i esté en falla

Ejemplos: sistema de bombeo en paralelo.

Ej. 1:

- Si en un proceso de fabricación en línea se tienen 100 máquinas trabajando en serie y cada una tiene una fiabilidad del 99,5%, ¿cuál es la fiabilidad de todo el proceso?
- Si este mismo proceso, luego de implantar un excelente plan de mantenimiento, alcanza un 99,9% de fiabilidad en sus 100 máquinas y se añade una máquina más al final de la línea que tiene una fiabilidad del 90%, ¿cuál es la fiabilidad de todo el proceso ahora?

Ej. 2:

- Usted es jefe de mantenimiento de una empresa que cuenta con una flota de 20 camiones, 19 de los cuales tienen cierta cantidad de años y 1 (la última adquisición) es 0km. Los 19 camiones viejos tienen, según se conoce, una confiabilidad cercana al 75% mientras que para el camión nuevo podemos considerar un 99,9% - 0,1% corresponde al servicio de garantía – . El dueño de la empresa está convencido de que este nuevo equipo trajo una mejora sustancial en la confiabilidad (y por tanto en la disponibilidad) del servicio de transporte, mejorando la imagen de la empresa, etcétera, etcétera.
- Estudie el caso y dé un veredicto al respecto.

Ej. 3:

- A una bomba de agua de $K = 0,95$ se le agrega en paralelo otra similar, dada la necesidad de asegurar el proceso de bombeo. ¿Cuál es el K de la nueva instalación?
- Luego usted encuentra en el pañol de una tercera bomba, la cual ya fue varias veces reparada y su confiabilidad se estima entre 40% y 50%. Como el proceso que depende de este bombeo es crítico, a usted se le ocurre que no estaría mal que hubiera 3 bombas en paralelo. Calcule, reflexione y elabore una opinión acerca de si se justifica o no la instalación de este tercer equipo como segundo respaldo.

INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE FALLAS

- Antiguamente era más sencillo establecer la falla. Era una cuestión de todo o nada. Ejemplo: un motor de combustión interna ha fallado si el auto no marcha.

INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE FALLAS

- Antiguamente era más sencillo establecer la falla. Era una cuestión de todo o nada. Ejemplo: un motor de combustión interna ha fallado si el auto no marcha.
- Sin embargo, puede ocurrir que el motor funcione pero no de manera satisfactoria. Ejemplo: marcha aparentemente bien pero consume demasiada aceite.
- Entonces... ¿HA FALLADO?

INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE FALLAS

- Antiguamente era más sencillo establecer la falla. Era una cuestión de todo o nada. Ejemplo: un motor de combustión interna ha fallado si el auto no marcha.
- Sin embargo, puede ocurrir que el motor funcione pero no de manera satisfactoria. Ejemplo: marcha aparentemente bien pero consume demasiada aceite.
- Entonces... ¿HA FALLADO?
- ¿Qué grado de deterioro puedo admitir hasta decir que ha fallado?

¿Qué es falla?

- Para contestar esta pregunta se comienza por definir falla como “***un estado insatisfactorio***”. La gravedad de tal estado insatisfactorio depende de las ***consecuencias***, las que a su vez dependen del ***contexto operacional del equipo***.

ACTIVIDAD: anote y discuta dos o tres ejemplos donde anomalías similares pueden o no considerarse fallas, según el contexto o la gravedad de las consecuencias.

¿Qué es falla?

***UNA FALLA FUNCIONAL SE DEFINE COMO LA INCAPACIDAD
DE CUALQUIER ELEMENTO FÍSICO DE SATISFACER UN
CRITERIO DE FUNCIONAMIENTO DESEADO.***

¿Qué es falla?

UNA FALLA FUNCIONAL SE DEFINE COMO LA INCAPACIDAD DE CUALQUIER ELEMENTO FÍSICO DE SATISFACER UN CRITERIO DE FUNCIONAMIENTO DESEADO.

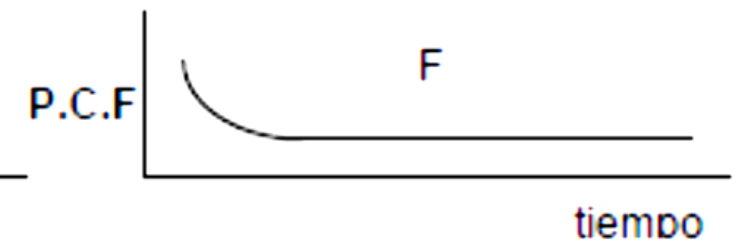
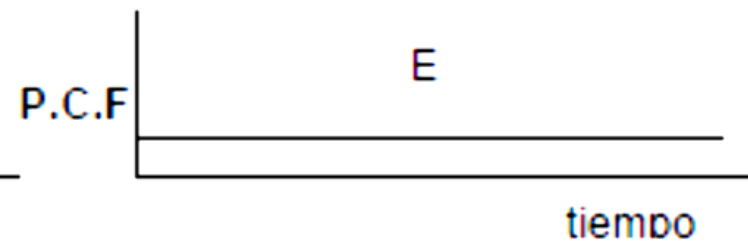
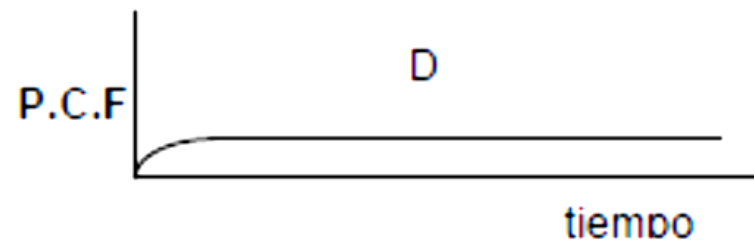
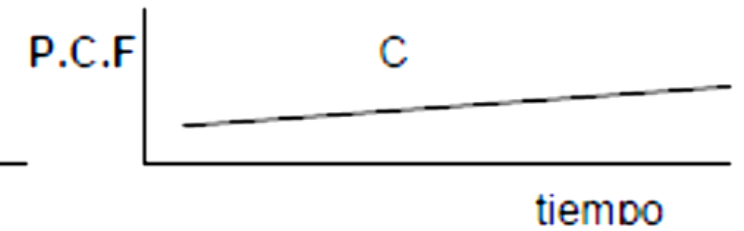
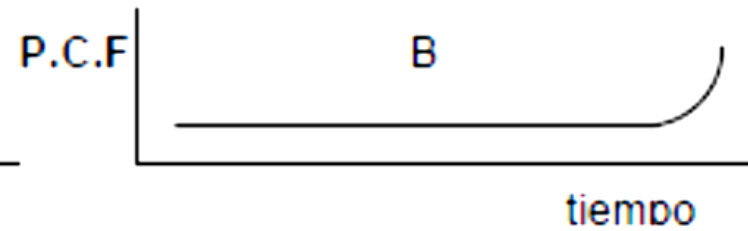
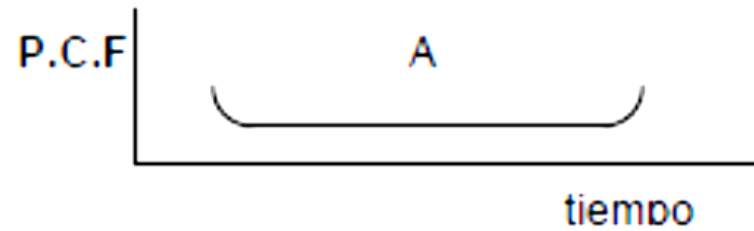
Es importante tener en cuenta el criterio de funcionamiento utilizado, es decir el punto en que decimos ***“de aquí no pasa”***. Esto define el nivel de mantenimiento necesario para evitar la falla.

¿Qué es falla?

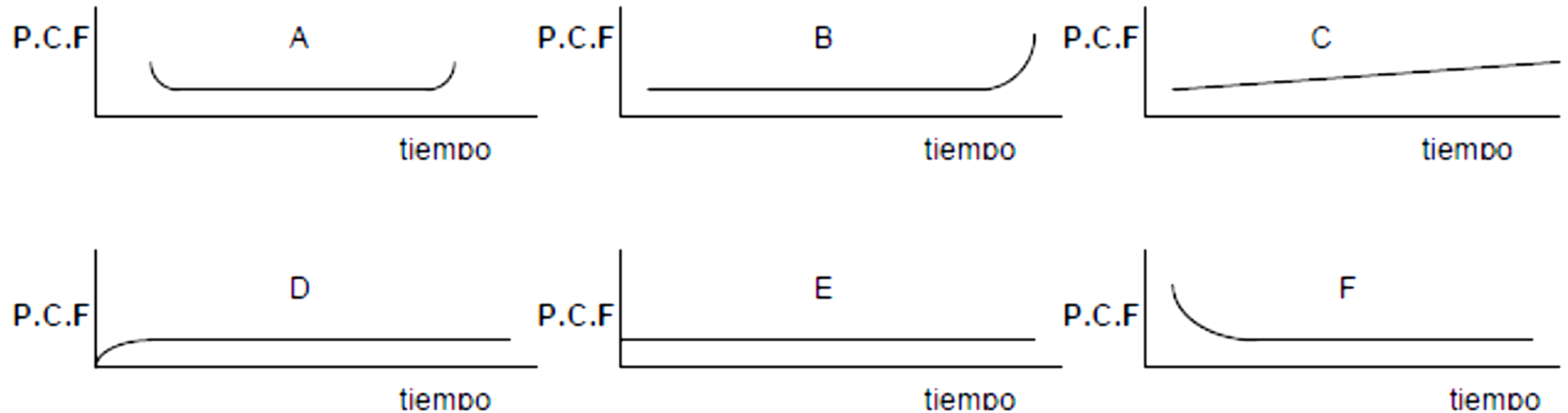
Los criterios de funcionamiento deben establecerlos las personas que más conocen sobre el equipo.

- Por otro lado, no podemos conformarnos con detectar y reparar la falla, lo importante es descubrir su origen y prever que no se repita.
- La experiencia demuestra que no existen instalaciones libres de fallas, pero que con una adecuada gestión de mantenimiento es posible reducir a un mínimo los perjuicios que estas ocasionan.

DIFERENTES MODELOS DE FALLA (probabilidad condicional de falla en función del tiempo)



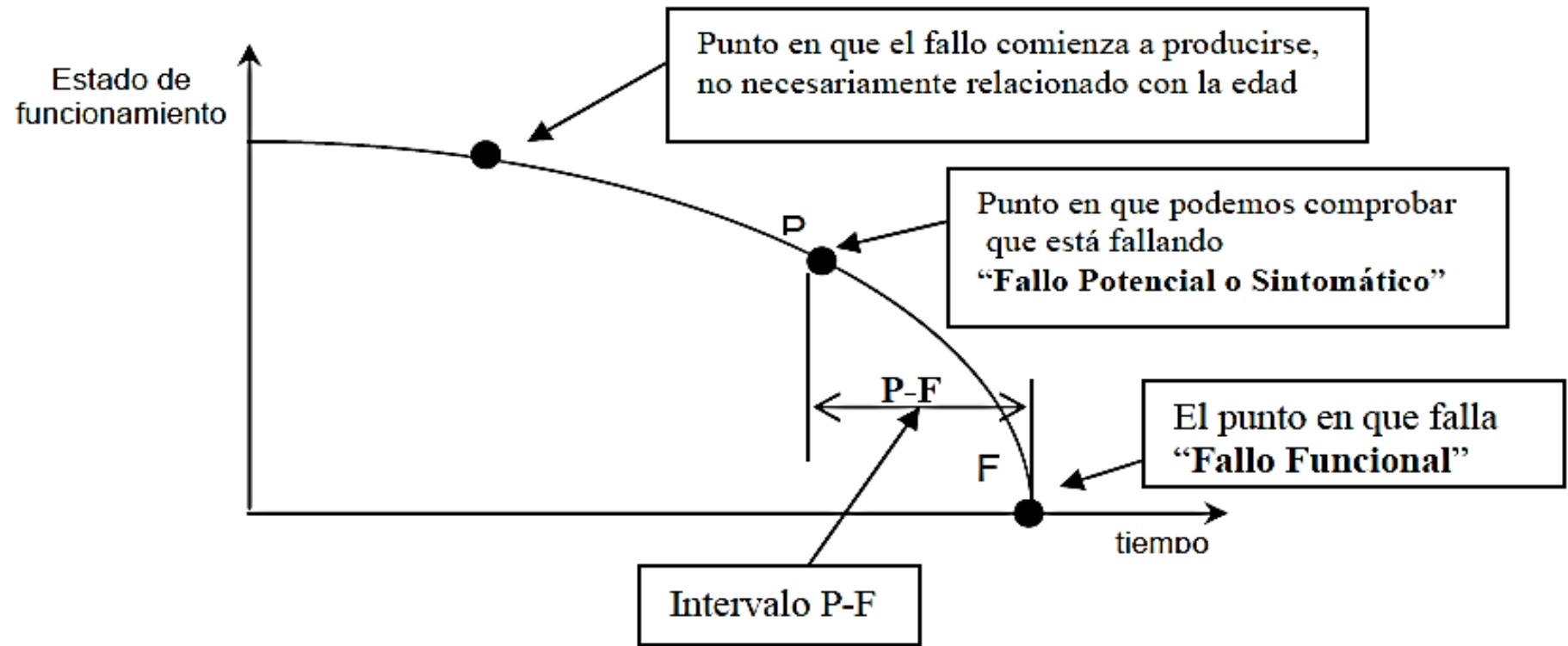
DIFERENTES MODELOS DE FALLA (probabilidad condicional de falla en función del tiempo)



CUANTO MÁS COMPLEJO SEA UN SISTEMA, POR EJEMPLO UN CIRCUITO INTEGRADO, MÁS ESTARÁ DE ACUERDO CON LOS MODELOS E Y F

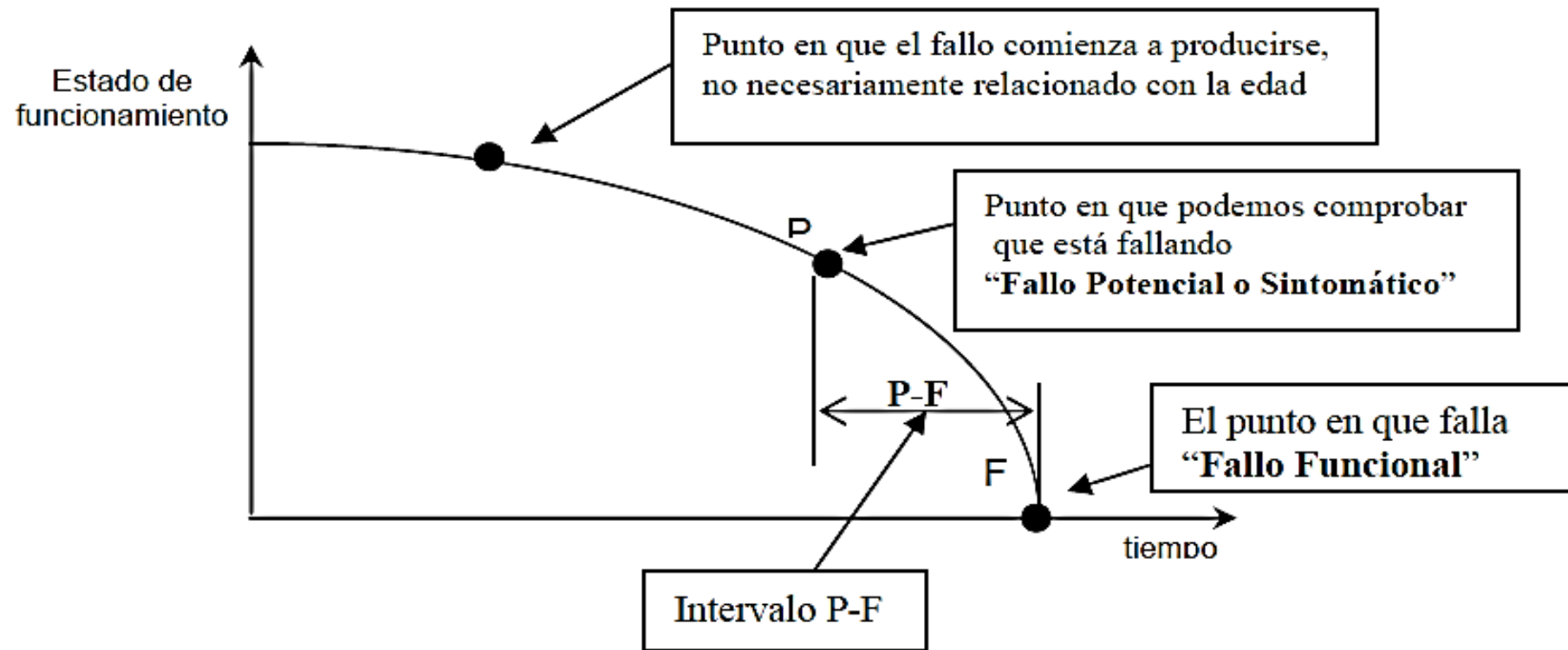
Análisis de fallas

Fallos Potenciales



Análisis de fallas

Fallos Potenciales



El intervalo P-F es el tiempo transcurrido entre un fallo potencial y su empeoramiento hasta que se convierta en un fallo funcional

Clasificación de fallas según la causa

- ***Fallas debidas a un mal diseño o a errores de cálculo del equipo.*** No conocer el contexto operativo en el que trabajará la máquina, despreciando efectos que luego resultan más importantes de lo que se esperaba. El exceso de simplificación en una máquina o aparato para obtener mejores precios, ocasiona errores de diseño que adquirimos con el equipo. El número de fallos atribuibles a este hecho son del orden del 12% del total de fallos.

Clasificación de fallas según la causa

- ***Fallas debidas a un mal diseño o a errores de cálculo del equipo.*** No conocer el contexto operativo en el que trabajará la máquina, despreciando efectos que luego resultan más importantes de lo que se esperaba. El exceso de simplificación en una máquina o aparato para obtener mejores precios, ocasiona errores de diseño que adquirimos con el equipo. El número de fallos atribuibles a este hecho son del orden del 12% del total de fallos.
- ***Fallas por defectos durante la fabricación.*** Si se descuidan los controles de calidad de materiales y piezas, nos encontramos con fallas que no tardarán en aparecer. Representan alrededor del 10%.

Clasificación de fallas según la causa

- **Fallas debidas a un mal diseño o a errores de cálculo del equipo.** No conocer el contexto operativo en el que trabajará la máquina, despreciando efectos que luego resultan más importantes de lo que se esperaba. El exceso de simplificación en una máquina o aparato para obtener mejores precios, ocasiona errores de diseño que adquirimos con el equipo. El número de fallos atribuibles a este hecho son del orden del 12% del total de fallos.
- **Fallas por defectos durante la fabricación.** Si se descuidan los controles de calidad de materiales y piezas, nos encontramos con fallas que no tardarán en aparecer. Representan alrededor del 10%.
- **Fallas producidas por mal uso.** Son los más usuales (aproximadamente el 40% en la industria convencional); provienen de un desconocimiento del manejo del equipo, por emplearlo en aplicaciones para las que no fue diseñado y, sobre todo, por utilizarlo en regímenes superiores a los especificados.

Clasificación de fallas según la causa

- - ***Fallas debidos al desgaste natural y al envejecimiento***. Son las más familiares. Se trata de rotura, desgaste, abrasiones, corrosión, fatiga, cavitación, etc. Suponen el 11% en la industria convencional.

Clasificación de fallas según la causa

- - ***Fallas debidos al desgaste natural y al envejecimiento***. Son las más familiares. Se trata de rotura, desgaste, abrasiones, corrosión, fatiga, cavitación, etc. Suponen el 11% en la industria convencional.
- - ***Fallas debidos a fenómenos naturales y otras causas***. Los que son debidos a fenómenos meteorológicos y causas exteriores al propio equipo. Suponen el 27%.

Porcentajes (%) extraídos de apuntes del Profesor Alejandro Pistarelli (UTN Haedo).

FALLAS: clasificación según la consecuencia

1. Que afectan a la producción
2. Que afectan a la calidad del producto
3. Que comprometen la seguridad de las personas
4. Que degradan el medio ambiente

FALLAS: clasificación según la consecuencia

1. Que afectan a la producción
2. Que afectan a la calidad del producto
3. Que comprometen la seguridad de las personas
4. Que degradan el medio ambiente

Piense y proponga un ejemplo de cada una

FALLAS: clasificación según la capacidad de trabajo

- Fallas totales
- Fallas parciales

Será una u otra según la complejidad de la instalación y según si la producción está organizada en serie o en paralelo.

FALLAS: clasificación según la capacidad de trabajo

- Fallas totales
- Fallas parciales

Será una u otra según la complejidad de la instalación y según si la producción está organizada en serie o en paralelo.

Piense y proponga un ejemplo de cada una

FALLAS: clasificación según la forma de aparecer

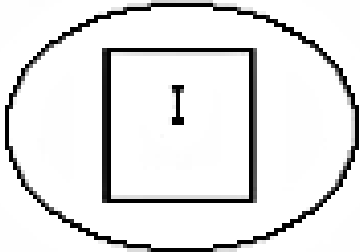
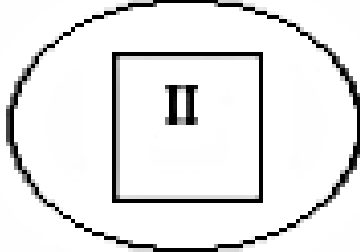
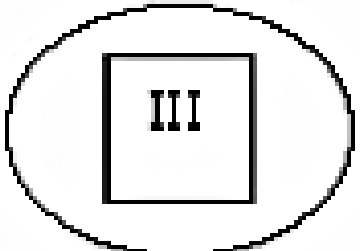
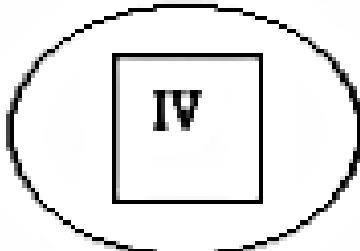
- Fallas repentinas
- Fallas paulatinas (progresivas)

FALLAS: clasificación según la forma de aparecer

- Fallas repentinas
- Fallas paulatinas (progresivas)

Piense y proponga un ejemplo de cada una

A su vez podemos encontrar:

		Capacidad de trabajo	
		Parcial	Total
Forma de aparecer	progresiva		
	repentina		

¿De qué nos sirve clasificar las fallas?

- La clasificación por sí misma no presenta gran utilidad. Sin embargo, y sobre todo en plantas complejas donde existen múltiples problemas cada día y no es tan fácil saber **cuál atender primero**, las clasificaciones ponderadas (valorizadas) pueden ser de gran ayuda.

¿De qué nos sirve clasificar las fallas?

- La clasificación por sí misma no presenta gran utilidad. Sin embargo, y sobre todo en plantas complejas donde existen múltiples problemas cada día y no es tan fácil saber **cuál atender primero**, las clasificaciones ponderadas (valorizadas) pueden ser de gran ayuda.
- Veamos un ejemplo de análisis de la prioridad de reparación en base a ponderar las clasificaciones. Esto nos ayudará a programar el orden de las tareas de mantenimiento:

Ejemplo de análisis de prioridad

- 1- Influencia sobre la producción (sobre la posibilidad de uso de la instalación):

PONDER	% USO
4	80 %
2	Entre 50 y 80 %
1	50 %

- 2- Existencia de equipo de respaldo o instalación alternativa:

PONDER	ALTERNATIVA
5	Sin Posibilidad
4	Recurso Externo
2	Recurso en Stock
1	Equipo Duplicado

Ejemplo de análisis de prioridad

- 3- Influencia sobre el resto de la planta:

PONDER	INFLUENCIA
5	Sobre toda la planta
4	Importante
2	Relativa
1	Sólo el equipo

- 4- Influencia sobre la calidad del producto:

PONDER	IMPORTANCIA
5	Decisiva
4	Importante Retrabajo
2	Relativa dentro de la tolerancia
1	Nula

Ejemplo de análisis de prioridad

- 5- Horas de parada:

PONDER	HORAS PARADA
5	3 Horas
2	1 a 3 Horas
1	1 Hora

- 6- Influencia sobre el medio ambiente:

PONDER	IMPORTANCIA
5	Grave
2	Relativa
1	Nula

Ejemplo de análisis de prioridad

- 7- Influencia sobre la seguridad:

PONDER	IMPORTANCIA
5	Riesgo del Operario
2	Riesgo del Equipo
1	Relativo

Ejemplo de análisis de prioridad

- Cada empresa adapta sus tablas y sus valores según sus requerimientos.
- En este ejemplo podríamos armar categorías de 0 a 9, de 10 a 19, de 20 a 29, etc.
- Luego con esto **diseñar las prioridades y los stocks de repuestos, en definitiva, asignar recursos y planificar tareas.**

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Llamamos dispositivos de seguridad a aquellos equipos, sistemas o componentes que se instalan:

- *Para llamar la atención ante un estado anormal de funcionamiento.*
- *Para detener el equipo en caso de avería.*
- *Para eliminar o reducir las condiciones anormales que siguen a un fallo, y que de otra manera podría provocar daños mucho más graves.*
- *Para sustituir a una función que ha fallado.*
- *Para prevenir que surjan situaciones peligrosas desde el principio.*

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Llamamos dispositivos de seguridad a aquellos equipos, sistemas o componentes que se instalan:

- *Para llamar la atención ante un estado anormal de funcionamiento.*
- *Para detener el equipo en caso de avería.*
- *Para eliminar o reducir las condiciones anormales que siguen a un fallo, y que de otra manera podría provocar daños mucho más graves.*
- *Para sustituir a una función que ha fallado.*
- *Para prevenir que surjan situaciones peligrosas desde el principio.*

CONSIGNA: Piense y discuta al menos un ejemplo de cada tipo.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD: tipos

- 1- Dispositivos de Seguridad dotados de Seguridad Inherente
- 2- Dispositivos de Seguridad no dotados de Seguridad Inherente

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD: tipos

- 1- Dispositivos de Seguridad dotados de Seguridad Inherente:
Una falla en este dispositivo es evidente para los operarios del equipo
- 2- Dispositivos de Seguridad no dotados de Seguridad Inherente.
Una falla en este dispositivo no es evidente para los operarios del equipo

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD: Posibilidades de falla

Tipo 1 (dotado)	
Posibilidad 1: que no falle ni el equipo protegido ni el de protección (funcionamiento normal)	
Posibilidad 2: que falle primero el equipo protegido. Entonces actúa el dispositivo de seguridad y se reducen o evitan las consecuencias.	
Posibilidad 3: que falle primero el dispositivo de seguridad. Esto se hace evidente de inmediato permitiendo corregir la falla (o recambiar el dispositivo de seguridad) antes que pueda fallar el equipo protegido.	

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD: Posibilidades de falla

Tipo 1 (dotado)	Tipo 2 (no dotado)
Posibilidad 1: que no falle ni el equipo protegido ni el de protección (funcionamiento normal)	Posibilidad 1: IDEM
Posibilidad 2: que falle primero el equipo protegido. Entonces actúa el dispositivo de seguridad y se reducen o evitan las consecuencias.	Posibilidad 2: IDEM
Posibilidad 3: que falle primero el dispositivo de seguridad. Esto se hace evidente de inmediato permitiendo corregir la falla (o recambiar el dispositivo de seguridad) antes que pueda fallar el equipo protegido.	Posibilidad 3: que falle primero el dispositivo de seguridad. No hay consecuencias ya que nadie se entera de que este dispositivo ha fallado.
	Posibilidad 4: que falle el equipo protegido mientras todavía el dispositivo de seguridad se encuentra fallado. Esto se conoce como falla múltiple o simultánea.

Consigna

- Resuelva los ejercicios de confiabilidad de las diapositivas 8, 9 y 10. Tenga todas las conclusiones listas para discutir las en la clase próxima.