



SIMULACIÓN Y COSTOS DE UNA INCONFIABILIDAD DE UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PETROLEO

Ing. William M. Murillo
rcmingenieria@rcmingenieria.com

Resumen:

El objetivo de este trabajo es simular el proceso de separación de petróleo y gas en una planta de procesamiento de petróleo en un programa de VISUAL BASIC, en donde se encontraran:

1. Las ratas de falla usando modelos probabilísticas por distribución de fallas tipo exponencial o Weibull.
2. Calcular la confiabilidad del sistema en periodos de tiempo.
3. Costos de la in confiabilidad
4. Analisis de los datos de falla y la estimacion de la confiabilidad
5. Graficas de las confiabilidades para tomar decisiones en la gestión del mantenimiento.

Temas:

1. Descripción de la planta de proceso.
2. Descripción del trabajo de confiabilidad
3. Descripción del programa
4. Conclusiones
5. Anexo

1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE PROCESO

La planta de proceso consiste en un sistema de extracción de petróleo por POZOS DE PRODUCCIÓN (PRO), este petróleo sale de los pozos y por tubería llega a la planta en donde es recibido por vasijas que separan el petróleo y el gas, este gas que llega a baja presión (30 psi) se le incrementa la presión en 2 compresores de baja (LP1 & LP2), estos compresores envían el gas a una presión de 150 psi para el sistema de compresión de alta presión, consiste en 3 trenes de turbinas, cada tren tiene dos turbinas, una turbina de Media (MP1) que eleva la presión del gas de 150 psi a 1000psi, la segunda turbina es una turbina de alta (HP1) que termina elevar la presión de 1000 psi a 5000 psi, esta presión se lleva a los pozos de inyección (INY), para que el gas nuevamente se envíe al fondo del yacimiento y de esta forma mantener la formación presionada para que continúe la extracción de petróleo.

2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CONFIABILIDAD

Programa consiste en 3 tipos de cálculos realizados:

Calculo de la confiabilidad

Para iniciar el trabajo hay que conocer las ratas de falla de cada componente, usando cualquiera de las 2 distribuciones Weibull o exponencial, con estos datos de cada componente se modela todo el sistema.

Entrada de datos

En la entrada de los datos se discrimina cada componente y su descripción es la siguiente:

PRO: Pozos de producción

LP1: Compresor de baja 1


LP2: Compresor de baja 2

MP1: Turbina de compresión de media 1

MP2: Turbina de compresión de media 2

MP3: Turbina de compresión de media 3

ENTRADA DE DATOS DE LA PLANTA						
Sistema	Exp	Wbl	Distr. Expon.	Distribucion Weibull		MTBF
			fallas/hora	Beta=forma	Alfa=Vida	horas/falla
PRO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	0.001			1.000,00
LP1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		2.65	3540	3.221,93
LP2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		3.68	2470	2.336,71
MP1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		1.4	742	679,84
MP2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		1.32	621	574,41
MP3	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		2.57	820	744,47
HP1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		1.02	215	213,74
HP2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		1.77	527	473,48
HP3	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		3.25	478	444,52
INY	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	0.0001			10.000,00



Procedimiento de distribución de tiempo para el confiabilidad de sistema

figura1: datos de entrada usando distribucion exponencial y weibull

HP1: Turbina de compresión de alta 1

HP2: Turbina de compresión de alta 1

HP3: Turbina de compresión de alta

INY: Pozos de inyección.

Se puede escoger el tipo de distribución de las fallas: Weibull o exponencial.

El calculo del MTBF se realiza para exponencial con $MTBF = 1/\text{rata de fallas}$

Para Weibull se usa:

$$E(X) = \frac{1}{\alpha^{1/\beta}} \Gamma(1 + 1/\beta)$$

Esta misma ecuación en serie se calcula:

$$MTBF1 = \text{proa} * (((2 * 3.1416 * \text{prob1}) ^ (0.5)) * \text{prob1} ^ \text{prob1} * \exp(-\text{prob1}) * (1 + (1 / (12 * \text{prob1})) + (1 / (288 * (\text{prob1} ^ 2))))))$$

Escogida la opción Weibull o exponencial el programa habilita las casillas para que entre los datos respectivos y no exista confusión.

Calculo de la confiabilidad

El calculo de la confiabilidad se realiza usando el simulador de montecarlo para exponencial o Weibull, sea la opción escogida.

Para exponencial se calcula: $A(I)$ se tomaron 1000 valores aleatorios.

$$A(I) = (-1 / \text{proe}) * (\text{Log}(\text{Rnd}))$$

Para Weibull:

$$A(I) = \text{proa} * ((-\text{Log}(\text{Rnd})) ^ (1 / \text{prob}))$$

La casilla de “Tiempo (horas)=”, determina el tiempo para el cuál se calcula la confiabilidad para cada componente y para todo el sistema, esto permite que se pueda ver como se esta comportando cada componente para determinar su acción de mantenimiento respectivo.

LPT: es el calculo de la confiabilidad en paralelo de los compresores de baja LP1 & 2

SYS 1, 2 & 3: indica la confiabilidad de cada sistema turbina media MP1 y alta HP1, sistema tipo serie.

SIST. Indica la confiabilidad de todo el paralelo del sistema turbina, sistema paralelo.

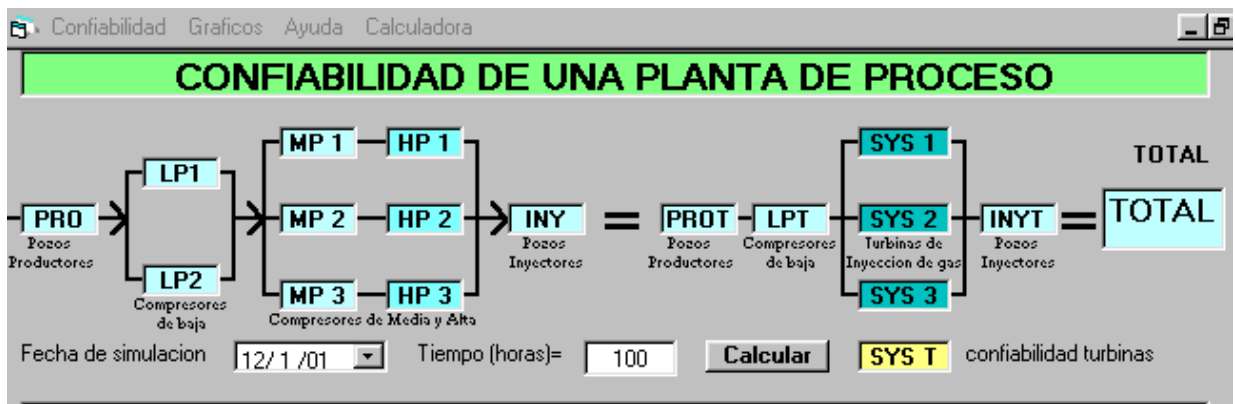


Figura 2: diagrama de bloques del proceso petroquimico

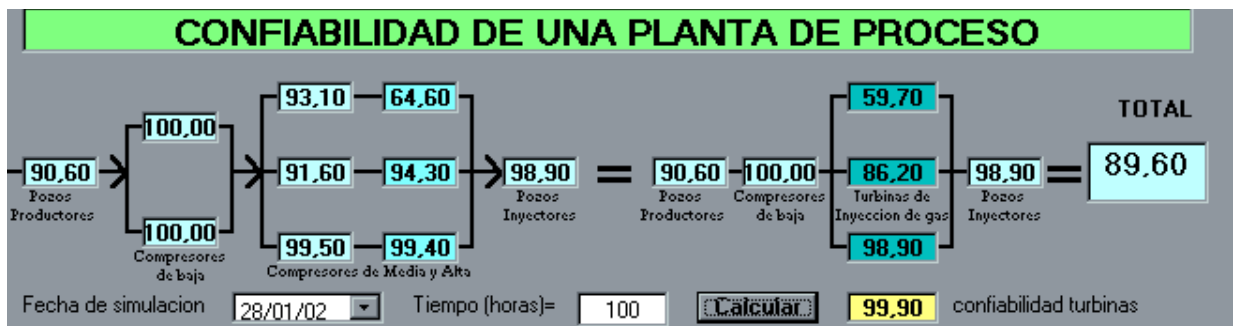


Figura3: Calculo de la confiabilidad para una mision de 100h, la confiabilidad total es de 89.6%

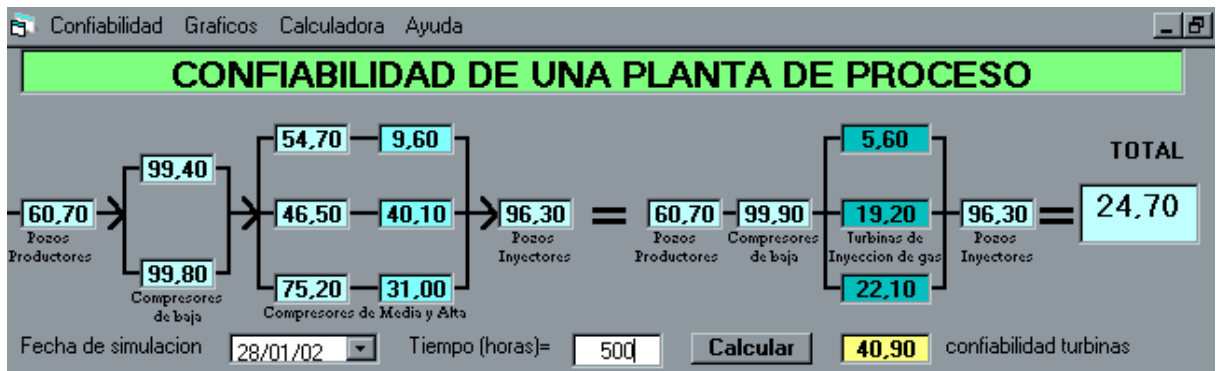


Figura 4: Calculo de la confiabilidad para una mision de 500h, la confiabilidad baja hasta 24.7%

TOTAL: Es el calculo final de la confiabilidad para el tiempo (horas) y es la confiabilidad de la serie de todos los componentes.

Las figuras 3 y 4 muestran el sistema HP1 tiene la confiabilidad mas baja y el componente LP2 es el mejor componente y mas confiable.

'calculo de la confiabilidad total de sistema serie

' parámetros $a(i)= INY$, $a1(i)= LPT$, $a5(i)= SYST$, $j(i)= INYT$

STOTALsistema = 0

For I = 1 To 1000

If $A(I) < A1(I)$ Then ' se hace la comparacion para escoger el menor numero MINIMIZAR
temporal(I) = A(I) Else temporal(I) = A1(I)

End If

If temporal(I) < A5(I) Then ' se hace la comparación para escoger el menor numero MINIMIZAR
temporal(I) = temporal(I) Else temporal(I) = A5(I)

End If

If temporal(I) < J(I) Then ' se hace la comparación para escoger el menor numero MINIMIZAR
temporal(I) = temporal(I) Else temporal(I) = J(I)

End If

If temporal(I) >= dato Then ' se compara con el tiempo si es mayor 1 de otra forma 0
TOTALsys(I) = 1 Else TOTALsys(I) = 0

End If

STOTALsistema = STOTALsistema + TOTALsys(I)

Next I

SUMATOTALsys = (STOTALsistema / 1000) * 100 'calculo de la confiabilidad

Label7.Caption = FormatNumber(SUMATOTALsys) ' salida del dato a pantalla.

Calculo de los costos de la inconfiabilidad

El calculo de la in confiabilidad se basa usando:

MTBF: tiempo promedio entre fallas, Numero de fallas, total de horas en reparación, costos de las partes de los incidentes, costos de la mano de obra utilizada y costos de las perdidas por producción.

Usando estos datos se calcula los costos de las fallas por hora y los costos por in confiabilidad.

Con estas indicaciones de los costos de una in confiabilidad se determina donde están los costos del problema, la magnitud del problema y las deciones para determinar cual es el componente que esta incrementado sus gastos por fallas, reparaciones u horas hombre, es importante anotar que de esto se programan los próximos mantenimientos que se requieren.

Calculo costo inconfiabilidad = Tiempo total de reparacion * (\$ parte+\$mano de obra+\$perdidas)
 Calculo costo fallas hora = \$costo inconfiabilidad * rata de falla.
 Rata de falla = 1 / MTBF

ENTRADA DE DATOS DE LAS TURBINAS							
Sistema	MP1	HP1	MP2	HP2	MP3	HP3	TOTAL
MTBF = horas/falla	679,84	213,74	574,41	473,48	744,47	444,52	0
1/MTBF = fallas/hora	1,472754E-03	4,694836E-03	1,74216E-03	2,114165E-03	1,344086E-03	2,252252E-03	0
No de Reparaciones	4	5	2	3	2	6	0
T. Total reparaciones hr	20	15	57	10	25	8	0
\$ partes/incidente	40	280	795	129	30	50	0
\$ mano obra/hora	75	95	213	135	45	26	
Perdidas produccion \$/h	300	260	764	240	478	111	
Costos fallas/hora \$	2.218,03	6.709,77	21.228,82	2.859,47	1.528,20	470,58	
Costo Inconfiabilidad	1.506.040,00	1.429.180,00	12.185.343,00	1.352.529,00	1.136.980,00	208.938,00	17.819.010,00
Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0

Figura5: Calculo de los costos de la inconfiabilidad
 Este calculo se realiza usando un paper de “cost of unreliability concepts” www.barringer1.com.

Calculo del tiempo optimo para encontrar falla

Este calculo se realiza usando el tiempo promedio entre falla (MTBF), este calculo se realiza usando una confiabilidad ideal multiplicada por el MTBF.

Se introduce una confiabilidad ideal deseada y se calcula:

- IBFA = 2 * (1 - (R MP1 /100) * MTBF MP1
- IBFB = 2 * (1 - (R HP1 /100) * MTBF HP1
- IBFC = 2 * (1 - (R MP2 /100) * MTBF MP2
- IBFD = 2 * (1 - (R HP2 /100) * MTBF HP2
- IBFE = 2 * (1 - (R MP3 /100) * MTBF MP3
- IBFF = 2 * (1 - (R HP3 /100) * MTBF HP3

Esta ecuación es sacada de el libro de RCMII de John Moubray.

Este tiempo, es el tiempo máximo en que se debe visitar al componente para encontrar algún componente que pueda fallar, puede ser con una rutina operativa o de mantenimiento.

DECISION PARA EL MANTENIMIENTO						
Confiabilidad deseada=%	95	95	95	95	95	95
Tiempo optimo para mto [Horas]						

Figura 6: Toma de decision para la ejecucion del mantenimiento

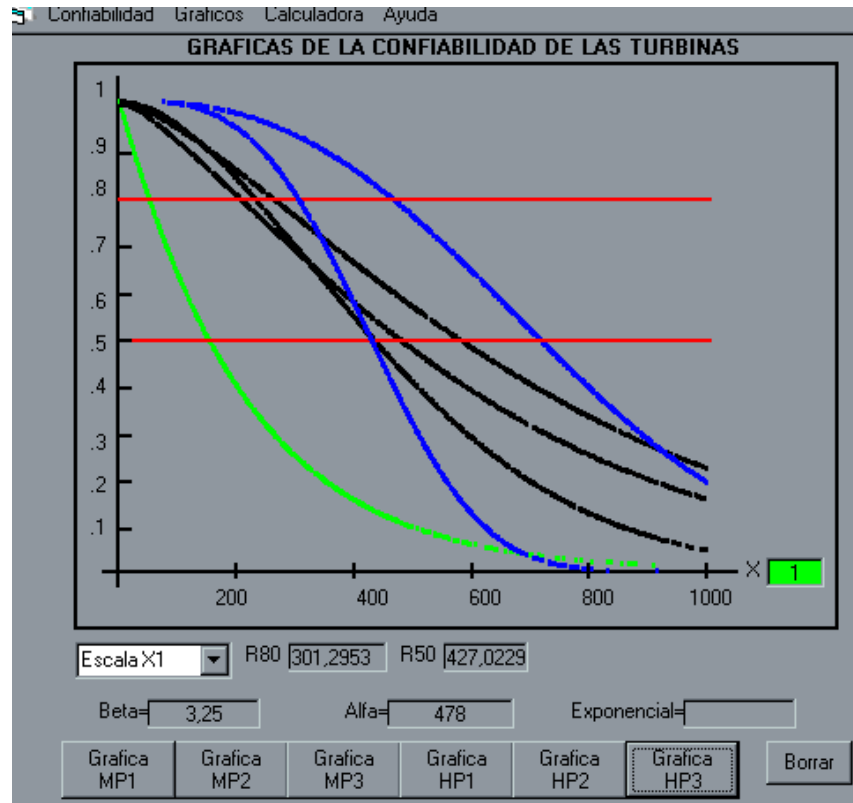
Grafica de la confiabilidad del sistema y de los componentes.

La grafica de las confiabilides se realiza usando también la simulación de montecarlos, los sistemas en paralelo se desarrollan usando la maximización de los valores y los sistemas en serie

se trabajan con minimización de los valores, de esta forma se obtiene los valores parciales y totales del sistema.

Las graficas muestran la posibilidad de ver durante el tiempo el comportamiento del sistema y tomar decisiones para realizar los mantenimientos o overhaul de los componentes.

Los gráficos muestran el valor al 0.8 y 0.5 de confiabilidad, esto permite visualizar el comportamiento del componente



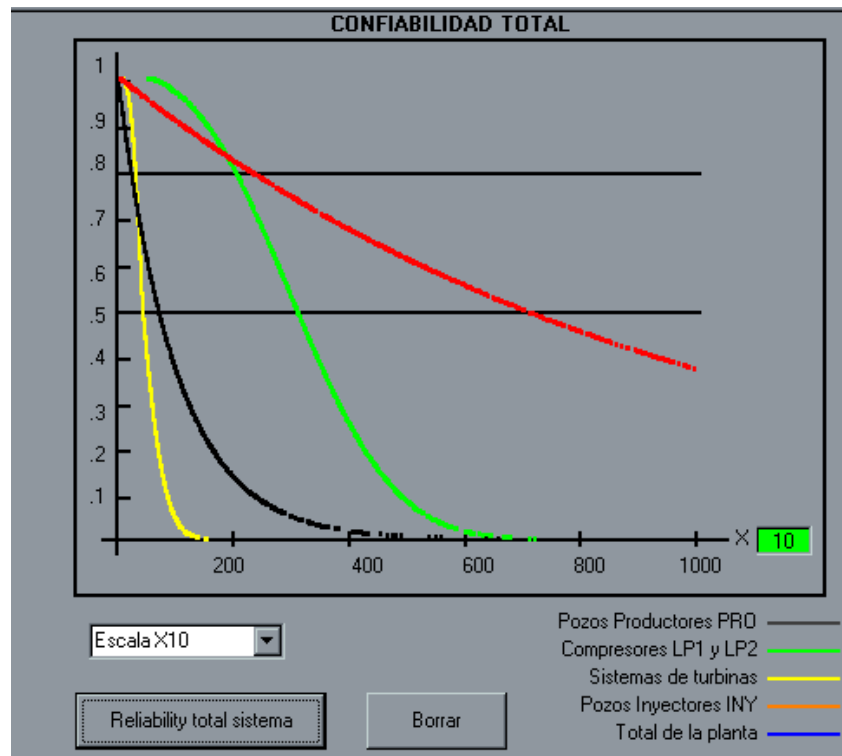


Figura7: Graficas de la confiabilidad de las turbinas y total del sistema petroquimico

3. Descripción del programa

El programa fue realizado en VISUAL BASIC 6. la pantalla de inicio se ejecuta y en confiabilidad, datos de planta se inicia la entrada de los datos, el programa no permite que se ejecute los cálculos sin haber realizado la escogencia de la opción de Weibull o Exponencial.

El programa es un diseño realizado a programación hacia objetos, facilitando la interrelación maquina-hombre.

4. Conclusiones

Estas son algunas de las conclusiones que planteo:

- El desarrollo de este programa me facilito la forma de realizar proyectos de modelamientos de plantas industriales y cualquier tipo de sistema.
- El modelamiento de la confiabilidad de un sistema me permite determinar que estrategia o plan de trabajo debo seguir para que la función del componente no se pierda por fallas.
- El conocer los costos de un in confiabilidad me permite tomar acción rápida y determinar los componentes que están impactando el negocio.
- El método grafico me ayuda a conocer le comportamiento de la falla y de esta forma determinar sus planes de mantenimiento.
- Visual basic como herramienta para modelar gráficamente y facilitar el trabajo en ambiente windows.

Bibliografía:

- E.J. Henley y H. Kumamoto, Reliability engineering and risk assessment, 1981, USA
- J. Endrenyi, Reliability Modeling in Electric power systems, 1980, gran Bretaña.
- A.E. Green y A.J. Bourne, Reliability Technology, 1978, NY