**Control 1**
**Gestión de Activos Físicos – ME5702**
**Mantención de Maquinaria – ME57A**
**Semestre primavera 2011**

**Tiempo: 2 horas 30 min**

**P1.** Se ha encontrado que la tasa de fallas de un componente “x” se puede describir por la siguiente relación:

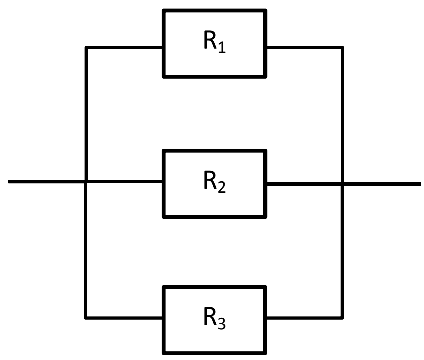
$$\lambda(t) = \begin{cases} a, & t < 1 \\ a + b(t-1) & t \geq 1 \end{cases}$$

Donde t es el tiempo en años, a y b son constantes.

Es decir, durante el primer año la tasa de fallas es constante y a partir del segundo año la tasa de fallas crece linealmente con el tiempo. Se pide:

a) (3.0 ptos) Determine una expresión para la confiabilidad en función del tiempo.
b) (2.0 ptos) Determine una expresión para el número esperado de fallas en función del tiempo.
c) (1.0 ptos) Si a=0.2 fallas/año y b=0.03 fallas/año$^2$, determine la probabilidad que ocurra una falla durante los primeros 2 años.

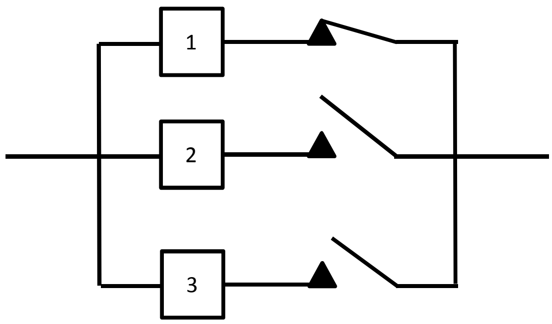
**P2.** Se tiene una estación de bombeo de agua que cuenta con 3 bombas conectadas en paralelo, como se muestra en la figura:




El caudal de impulsión requerido es variable. Se ha estimado que un 10% del tiempo son necesarias las tres bombas funcionando, un 40% son necesarias 2 bombas, mientras que un 50% del tiempo se requiere solo 1 bomba. Se pide:

a) (4.5 ptos) Determine una expresión para la confiabilidad de la estación de bombeo, teniendo como dato la confiabilidad de cada bomba. Considere que las tres bombas se mantienen activas. No se consideran reparaciones.
b) (1.5 ptos) La tasa de falla de cada bomba es: $\lambda_1=8*10^{-3}$fallas/mes, $\lambda_2=2*10^{-3}$fallas/mes, $\lambda_3=12*10^{-3}$fallas/mes. Determine la confiabilidad de la estación al cabo de un año.

**P3.** Considere el sistema redundante pasivo de la siguiente figura.




Este sistema consta de tres equipos, pero solo uno de los equipos se mantiene activo. Los dos equipos restantes están a la espera de ser requeridos. Los tres equipos son idénticos, con una tasa de fallas constante $\lambda$ y tiempo medio de reparación MDT. Se pide:

a) (2.0 ptos) Construya el diagrama causa y efecto del sistema.
b) (4.0 ptos) Determine una expresión para la tasa de fallas en función del tiempo. Construya un gráfico aproximado de la tasa de falla vs tiempo, comente.

P 1

$$\lambda(t) = \begin{cases} a & t < 1 \\ a + b(t-1) & t \geq 1 \end{cases}$$

a) (3.0 ptos)

$t < 1$

$$R(t) = e^{-\int_0^t a\,dt} = e^{-at}$$

$t \geq 1$

$$R(t) = e^{-\int_0^1 a\,dt - \int_1^t [a + b(t-1)]\,dt}$$

$$= e^{\underbrace{-at - \left(at\Big|_1^t + \frac{bt^2}{2}\Big|_1^t - bt\Big|_1^t\right)}}$$

$$= -at - \left(at - a + \frac{bt^2}{2} - \frac{b}{2} - bt + b\right)$$

$$= -at - \left((a-b)t + \frac{bt^2}{2} + \frac{b}{2} - a\right)$$

$$= (b-2a)t - \frac{bt^2}{2} + a - b/2$$

$$R(t) = e^{(b-2a)t - \frac{bt^2}{2} + a - b/2}$$

b) (2.0 ptos)

$t < 1$

$$H(t) = \int_0^t a\,dt = at$$

$t \geq 1$

$$H(t) = (2a-b)t + \frac{bt^2}{2} + b/2 - a$$

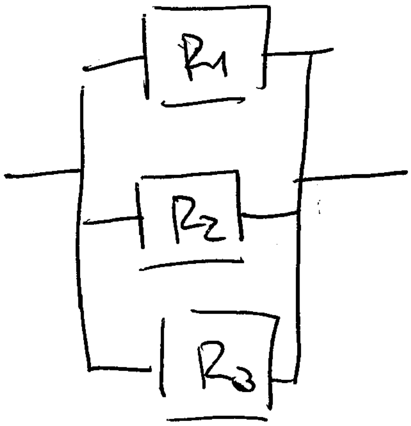
c) (1.0 ptos) $a = 0,2$ $\quad b = 0,03$

$$R(t) = e^{-0.015t^2 - 0,37t + 0.185}$$

$$R(2) = 0.54$$

$\Rightarrow$ probabilidad de falla $= 0,46$

P2



a) 4.5 ptos

$$R_{1/3} = 1 - (1-R_1)(1-R_2)(1-R_3)$$

$$R_{2/3} = (1-R_1)R_2R_3 + R_1(1-R_2)R_3 + R_1R_2(1-R_3) + R_1R_2R_3$$

$$R_{3/3} = R_1R_2R_3$$

$$R_S = 0.5 \times R_{1/3} + 0.4 \times R_{2/3} + 0.1 \times R_{3/3}$$

b) 1.5 ptos.

$$R_1 = e^{-8\cdot 10^{-3}\cdot 12} = 0,908$$

$$R_2 = e^{-2\cdot 10^{-3}\cdot 12} = 0,976$$

$$R_3 = e^{-12\cdot 10^{-3}\cdot 12} = 0,866$$

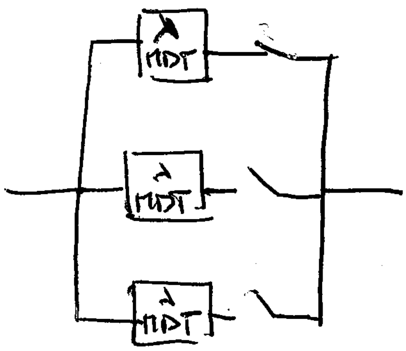
$$R_{1/3} = 1 - 0,092 \times 0.024 \times 0.134 = 0.9997$$

$$R_{2/3} = 0.078 + 0.019 + 0.119 + 0.767 = 0.983$$

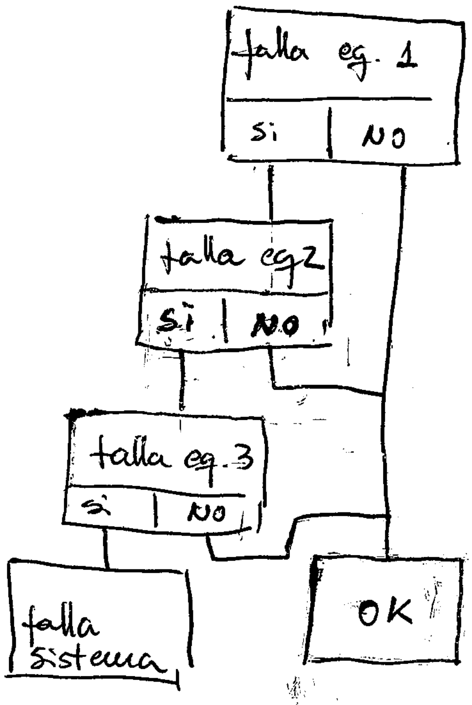
$$R_{3/3} = 0.767$$

$$\boxed{\Rightarrow R_S = 0,979}$$

P3




a) 2.0 ptos.




b) 4.0 ptos.

$$R_s = 1 - (1-e^{-\lambda t})\left(1 - e^{-\lambda MDT}(1 + \lambda MDT)\right)$$

$$f_s = \frac{-\partial R_s}{\partial t} = -\left(-(\lambda e^{-\lambda t})\left(1 - e^{-\lambda MDT}(1+\lambda MDT)\right)\right)$$

$$f_s = \lambda e^{-\lambda t}\left(1 - e^{-\lambda MDT}(1+\lambda MDT)\right)$$

$$\lambda(t) = \frac{f_s}{R_s} = \frac{\lambda e^{-\lambda t}\left(1 - e^{-\lambda MDT}(1+\lambda MDT)\right)}{1 - (1-e^{-\lambda t})\left(1 - e^{-\lambda MDT}(1+\lambda MDT)\right)}$$

$t = 0 \qquad e^{-\lambda t} = 1$

$t \to \infty \qquad e^{-\lambda t} \to 0$

$\lambda(0) = 1 - e^{-\lambda MDT}(1 + \lambda MDT)$

$\lambda(t \to \infty) = 0$