CONFIABILIDAD:

Régimen de falla (l)**:** El Régimen de falla es la probabilidad de fallas por unidad de tiempo. Es función del tiempo. Su curva obtenida experimentalmente es:

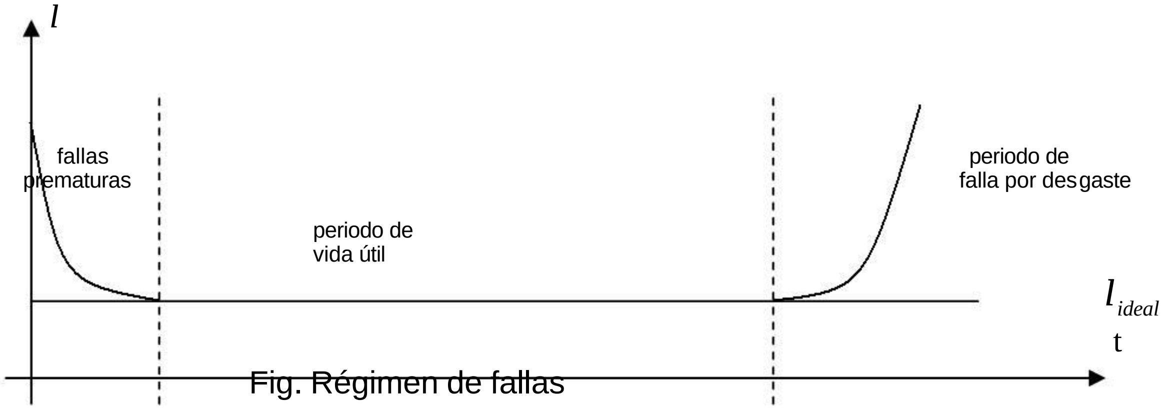


Fig. Régimen de fallas

De aquí en adelante, para simplificar el análisis, tomaremos al Régimen de fallas como constante, es decir, el l_{ideal} de la figura. Como vemos esta hipótesis no es del todo cierta, pero se puede considerar como valida si minimizamos las zonas de falla prematura y por desgaste. Para cumplir con este cometido conviene revisar el régimen de falla real, en el cual distinguimos tres zonas:

Zona de fallas prematuras: Se dan en el perdido inicial y son producidas por los errores de fabricación, es decir, componentes débiles o defectuosos (soldaduras malas, sellado de juntas, conexiones incorrectas, suciedad, impurezas químicas en materiales, defectos de aislación, piezas mecánicas defectuosas o mal ajustadas). Estos defectos iniciales pueden ser prevenidos con un adecuado control de calidad y con ensayos de envejecimiento preventivo (periodo de trabajo intensificado en el cual los ejemplares que superen este periodo están libre de fallas de este tipo).

Periodo de vida útil: una vez superado el periodo inicial el producto alcanza su menor régimen de fallas, que permanece relativamente constante durante este periodo.
Esta zona esta caracterizada por la relación Esfuerzo / Resistencia del producto y por lo tanto es constante para condiciones de uso nominales. Cambios en las condiciones ambientales ó de operación pueden modificar significativamente el Régimen de fallas l , por lo tanto, debe tratar de prevenirse dando adecuados márgenes de seguridad en el diseño.

Peridoto de desgaste: En este periodo el régimen de fallas aumenta rápidamente debido al deterioro de la resistencia del elemento como consecuencia de la operación y la exposición a agentes ambientales(corrección, ruptura dieléctrica, migración iónica en metales, desgaste mecánico por ficción, deformación ó aparición de fisuras en el plástico).

El advenimiento de esta zona se puede postergar con procedimientos de mantenimiento preventivo y reemplazo anticipado de partes de corta vida.

En Resumen, si tomamos las precauciones antes mencionadas (control de calidad, envejecimiento preventivo, adecuados márgenes de seguridad en el diseño, y mantenimiento preventivo) podemos considerar el Régimen de fallas *idealmente constante*, y luego corregir por diferentes factores de ajuste para las *condiciones de operación.*

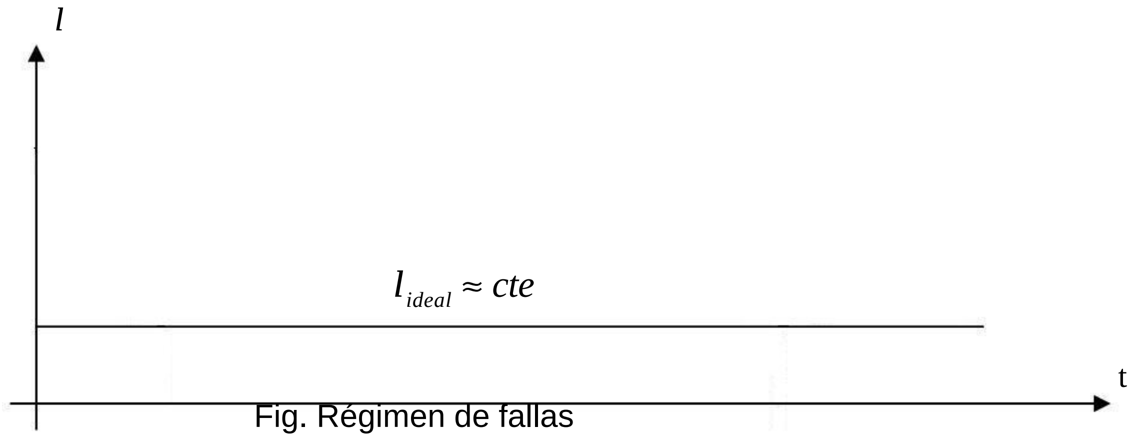


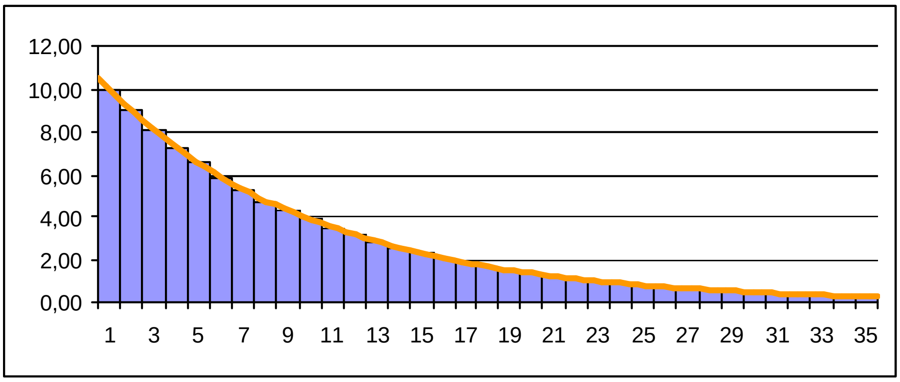
Fig. Régimen de fallas

PROBABILIDAD DE FALLA (P_f)

En este apartado obtendremos la función de distribución de probabilidad de falla y la probabilidad de falla. Con este cometido y partiendo de la hipótesis de “constancia” del Régimen de falla construimos una tabla.
Es decir, si suponemos que inicialmente tenemos 100 circuitos integrados, que tienen un régimen de fallas de $l = 0.10 \; {}^{fallas}\!/\!_{hora}$ (10% de fallas por hora). Tendremos que en la primera hora habrán fallado el 10%, es decir, 10 circuidos integrados y quedaran funcionando 90. En la segunda hora caerá el otro 10% de los 90 que quedaban, es decir, que caen 9 y queda 81 en funcionamiento. Siguiendo construimos la siguiente tabla y dibujamos el Histograma de fallas:

Tiempo (en Horas)	Circuitos en funcionamiento	N de fallas N_f
0	100,00	10,00
1	90,00	9,00
2	81,00	8,10
3	72,90	7,29
4	65,61	6,56
5	59,05	5,90
6	53,14	5,31
7	47,83	4,78
8	43,05	4,30
9	38,74	3,87
10	34,87	3,49
11	31,38	3,14
12	28,24	2,82
13	25,42	2,54
14	22,88	2,29
15	20,59	2,06
16	18,53	1,85
17	16,68	1,67
18	15,01	1,50
19	13,51	1,35
20	12,16	1,22
21	10,94	1,09
22	9,85	0,98
23	8,86	0,89
24	7,98	0,80
25	7,18	0,72
26	6,46	0,65
27	5,81	0,58
28	5,23	0,52
29	4,71	0,47
30	4,24	0,42
31	3,82	0,38
32	3,43	0,34
33	3,09	0,31
34	2,78	0,28
35	2,50	0.25

Histogramas de Fallas



En la tabla observamos que tenemos una población inicial de No=100 cirucuitos, luego en el perdiodo siguiente quedan N1=90, y luego N2=81 circuitos en funcionamiento. Es decir:

$$N1 = No - Nfo = No - l\,No = No(1 - l)$$

$$N_2 = N_1 - Nf_1 = N_1 - l\,N_1 = No - l\,No - l\,(No - l\,No) = No\left(1 - 2l - l^2\right) = No\,(1 - l)^2$$

si observamos la ley de formación, llegamos a la siguiente generalización:

$$\boxed{N_t = No\left(1-l\right)^t}$$

y de aquí queremos obtener la función densidad de probabilidad definida por:

$$f = \frac{1}{N}\frac{dN(t)}{dt}$$

Al observar que la función población surge del histograma es discreta. Si suponemos que los periodos son infinitesimales, mediante la definición de derivada:

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = \lim_{t\to 0}\frac{N(t)-N\left(t+\Delta t\right)}{\Delta t}$$

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{No\left(1-l\right)^t - No\left(1-l\right)^{t+\Delta t}}{\Delta t}$$

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{No\left(1-l\right)^t - No\left(1-l\right)^t\, No\left(1-l\right)^{\Delta t}}{\Delta t}$$

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{No\left(1-l\right)^t\left(1-\left(1-l\right)^{\Delta t}\right)}{\Delta t}$$

por serie de Taylor: $a^t \approx a^0 - \ln\left(a\right)\bullet a^1 \bullet t + \frac{\ln^2\left(a\right)\bullet a^2 \bullet t^2}{2!} + \ldots.$

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{No\left(1-l\right)^t\left(1-1-\ln\left(1-l\right)\bullet \Delta t\right)}{\Delta t}$$

(Los infinitésimos de mayor orden que dos se desprecian porque son infinitésimos de orden superior)

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{No\left(1-l\right)^t\left(1-1-\ln\left(1-l\right)\bullet \Delta t\right)}{\Delta t}$$

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{No\left(1-l\right)^t\left(\ln\left(1-l\right)\bullet \Delta t\right)}{\Delta t}$$

$$\frac{dN\left(t\right)}{dt} = No\left(1-l\right)^t \bullet \ln\left(1-l\right)$$

y la función distribución de probabilidad era:

$$f = \frac{1}{N}\frac{dN(t)}{dt}$$

$$f = \frac{1}{No} No(1-l)^t \bullet \ln(1-l)$$

$$f = (1-l)^t \bullet \ln(1-l)$$

que se puede anotar como:

$$f = \ln(1-l) \bullet \left(\frac{1}{1-l}\right)^{-t}$$

y cambiando la base de la notación exponencial:

$$f = \ln(1-l) \bullet \left(e^{\ln\left(\frac{1}{1-l}\right)}\right)^{-t}$$

por propiedad de las exponenciales:

$$f = \ln(1-l) \bullet e^{-\ln\left(\frac{1}{1-l}\right) \bullet t}$$

y si llamamos $m = \dfrac{1}{\ln\left(\frac{1}{1-l}\right)}$

Función distribución de probabilidad de falla

$$\boxed{f = \frac{1}{m} \bullet e^{-t/m}}$$

donde:

$$m = \frac{1}{\ln\left(\frac{1}{1-l}\right)} = \frac{1}{-\ln(1-l)}$$

y aplicando serie de Taylor, pues en electrónica los dispositivos tienen una tasa de falla l muy pequeña (del orden de 10^{-6} a 10^{-9}):

$$\ln_{l \to 0}(1-l) = -l - \frac{1}{2} l^2 - \frac{2}{3} l^3 - \ldots \qquad \therefore \qquad m = \frac{1}{l}$$

entonces “m” es la inversa de la tasa de fallas y recibe el nombre de “ tiempo medio de fallas”:

$\boxed{f = \frac{1}{m} \bullet e^{-t/m}}$ **Función distribución de probabilidad de fallas**

, $\boxed{m = \frac{1}{l}}$, **tiempo medio entre fallas**

Calculo Práctico de Régimen de fallas “ l ”, y el tiempo medio entre fallas “m”:

El régimen de fallas se define como las probabilidad de fallas en un periodo de tiempo, por lo tanto:

$$l = \frac{fallas \quad en \quad un \quad periodo}{fallas \quad totales} = \frac{\frac{fallas \quad en \quad un \quad periodo}{\Delta t} \bullet \Delta t}{\frac{fallas \quad totales}{\Delta t} \bullet \Delta t} = \frac{\int_{t}^{t+\Delta t} f \bullet dt}{\int_{t}^{\infty} f \bullet dt}$$

$$\boxed{l = \frac{\int_{t}^{t+\Delta t} f \bullet dt}{\int_{t}^{\infty} f \bullet dt}}$$ Régimen de fallas