Capitolo 1

PROGETTO E INDUSTRIALIZZAZIONE

SOLUZIONI ESERCIZI PROPOSTI Pag 232 - 233

Esercizio 1

Soluzione

Tasso di guasto per dispositivi pneumatici o elettromeccanici $\lambda = 0{,}1 \frac{C}{B_{10}}$

Quindi tasso di guasto $\lambda = 0{,}1 \frac{3{,}5\ 10^6}{10^7} = 0{,}035\ anni^{-1}$

Il tempo medio fra due guasti MTBF (*Mean Time Between Failures*)

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0{,}035} = 28{,}57\ anni$$

MTBF coincide (praticamente) con MTTF (*Mean Time To Failures*) = 28,57 anni

==

Esercizio 2

Soluzione

Tasso di guasto singolo $\lambda = \frac{5}{1000} = 0{,}005\ h^{-1}$

Tasso di guasto totale $\lambda_{tot} = \frac{0{,}005}{50} = 0{,}0001 = 1\ 10^{-4}\ h^{-1}$

==

Esercizio 3

Soluzione

Affidabilità (legge esponenziale negativa) R(t) = $e^{-\lambda t}$

Per un utilizzo di 10 ore R(t) = $2{,}718^{-0{,}0001\ 10}$ = 0,999 100 = 99,9 %

Per un utilizzo di 500 ore R(t) = $2{,}718^{-0{,}0001\ 500}$ = 0,9512 100 = 95,12 %

Per un utilizzo di 1000 ore R(t) = $2{,}718^{-0{,}0001\ 1000}$ = 0,9048 100 = 90,48 %

==

Esercizio 4

Soluzione

Affidabilità (legge esponenziale negativa) R(t) = $e^{-\lambda t}$

Con formula inversa calcolo il tempo di funzionamento affinché l'affidabilità sia R(t) = 0,92

$$t = \frac{-\ln R}{\lambda} = \frac{-\ln 0{,}92}{0{,}01} = 8{,}3\ ore$$

==

Esercizio 5

Soluzione
Affidabilità R(t) = 1 – (n/N) = 1 – (20/2000) = 0,99 100 = 99%

Tasso di guasto delle singole lampadine λ = 20/2000 = 0,01

MTTF = 1/λ = 1/0,01 = 100 ore

==

Esercizio 6

Soluzione
Tasso di guasto λ = 1/MTTF = 1/40000 = 0,000025 = 2,5 10^{-5} h^{-1}

Affidabilità (legge esponenziale negativa) R(t) = $e^{-\lambda t}$

Per un utilizzo di 10 ore R(t) = $2{,}718^{-0{,}000025\ 10}$ = 0,99975 100 = 99,975 %

Per un utilizzo di 100 ore R(t) = $2{,}718^{-0{,}000025\ 100}$ = 0,9975 100 = 99,75 %

Per un utilizzo di 1000 ore R(t) = $2{,}718^{-0{,}000025\ 1000}$ = 0,97531 100 = 97,531 %

Per un utilizzo di 10000 ore R(t) = $2{,}718^{-0{,}000025\ 10000}$ = 0,7788 100 = 77,88 %

==

Esercizio 7

Soluzione
Tasso di guasto λ = 1/MTTF = 1/100000 = 0,00001 = 10^{-5} h^{-1}

Probabilità di guasto p = 1 - $e^{-\lambda t}$

Per un utilizzo di 35040 ore p =1 - $2{,}718^{-0{,}00001\ 35040}$ = 1 – 0,7044 = 0,2956 100 = 29,56 %

==

Esercizio 8

Soluzione
Tasso di guasto λ = 1/MTTF = 1/30000 = 0,000033 = 3,3 10^{-5} h^{-1}

Affidabilità (legge esponenziale negativa) R(t) = $e^{-\lambda t}$

Con formula inversa calcolo il tempo di missione affinché l'affidabilità sia R(t) = 0,95

$$t = \frac{-\ln R}{\lambda} = \frac{-\ln 0{,}95}{3{,}3\ 10^{-5}} = 1554\ ore$$

==

Esercizio 9

Soluzione

Tasso di guasto λ = 1/MTTF = 1/10000 = 0,0001 = 10^{-4} h^{-1}

Probabilità di guasto p = 1 - $e^{-\lambda t}$

Per un utilizzo di 50 10 = 500 ore la probabilità che il componente funzioni = affidabilità

$$R(t) = 2{,}718^{-0{,}0001\ 500} = 0{,}95\ 100 = 95\ \%$$

==

Esercizio 10

]

Soluzione

Affidabilità secondo il modello di Weibull $R(t) = e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}}$

ϒ = vita minima = 0

η = vita caratteristica = 640 ore

β = parametro di forma = 2

Affidabilità per un utilizzo di 900 ore

$$R(t) = e^{-(\frac{t-\gamma}{\eta})^{\beta}} = 2{,}718^{-(\frac{900-0}{640})^{2}} = 0{,}1384\ 100 = 13{,}84\ \%$$

Probabilità di guasto p = 1 – R(t) = 1 – 0,1384 = 0,8615 100 = 86,16 %

==

Esercizio 11 (vedi figura 32)

Soluzione

Ipotizzando $R(t)_1$ = 15% $R(t)_2$ = 20% $R(t)_3$ = 35% $R(t)_4$ = 40%

Nella configurazione serie/parallelo (a sinistra in figura)

1 e 2 in serie $R_{1,2} = R_1\ R_2$ = 0,15 0,20 = 0,03 = 3%

3 e 4 in serie $R_{3,4} = R_3\ R_4$ = 0,35 0,40 = 0,14 = 14%

1 e 2 in parallelo con 3 e 4

R_{Tot} = 1 – ((1 – $R_{1,2}$) (1 – $R_{3,4}$)) = 1-((1-0,03)(1-0,14)) = 0,1658 = 16,58%

Nella configurazione parallelo/serie (a destra in figura)

1 e 3 in parallelo $R_{1,3} = 1 – ((1 – R_1) (1 – R_3)) = 1-((1-0,15)(1-0,35)) = 0,4475 = 44,75\%$
2 e 4 in parallelo $R_{2,4} = 1 – ((1 – R_2) (1 – R_4)) = 1-((1-0,20)(1-0,40)) = 0,52 = 52\%$

1 e 3 in serie con 2 e 4
$R_{Tot} = R_{1,3}\ R_{2,4} = 0,4475\ 0,52 = 0,2327 =$ 23,27%

Quindi la configurazione che garantisce un'affidabilità maggiore è quella parallelo/serie

==

Esercizio 12 (vedi figura 33)

Soluzione
Calcolo l'affidabilità di A $R(t)_A = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,004\ 1} = 0,996 = 99,6\ \%$

Calcolo l'affidabilità di B $R(t)_B = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,001\ 1} = 0,999 = 99,9\ \%$

Calcolo l'affidabilità di C $R(t)_C = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,002\ 1} = 0,998 = 99,8\ \%$

Calcolo l'affidabilità di D $R(t)_D = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,003\ 1} = 0,997 = 99,7\ \%$

Calcolo l'affidabilità di E $R(t)_E = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,007\ 1} = 0,993 = 99,3\ \%$

A,B,C in serie $R_{A,B,C} = R_A\ R_B\ R_C = 0,996\ 0,999\ 0,998 = 0,993 = 99,3\ \%$

D,E,B,A in serie
$R_{D,E,B,A} = R_D\ R_E\ R_B\ R_A = 0,997\ 0,993\ 0,999\ 0,996 = 0,985 = 98,5\ \%$

D,E,B,A in parallelo con D,E,B,A
$RP_{D,E,B,A} = 1-((1-R_{D,E,B,A})\ (1-R_{D,E,B,A})) = 1-((1-0,985)(1-0,985)) = 0,9997 = 99,97\ \%$

Affidabilità totale $R_{tot} = R_{A,B,C}\ RP_{D,E,B,A} = 0,993\ 0,9997 = 0,9927 =$ 99,28 %

==

Esercizio 13 (vedi figura 34)

Soluzione
Calcolo l'affidabilità di A $R(t)_A = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,003\ 1} = 0,997 = 99,7\ \%$

Calcolo l'affidabilità di B $R(t)_B = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,001\ 1} = 0,999 = 99,9\ \%$

Calcolo l'affidabilità di C $R(t)_C = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,004\ 1} = 0,996 = 99,6\ \%$

Calcolo l'affidabilità di D $R(t)_D = e^{-\lambda t} = 2,718^{-0,007\ 1} = 0,993 = 99,3\ \%$

A in parallelo con A
$RP_{A,A} = 1-((1-R_A)\ (1-R_A)) = 1-((1-0,997)(1-0,997)) = 0,994 = 99,4\ \%$

C e D in serie $R_{C,D} = R_C\ R_D = 0,996\ 0,993 = 0,989 = 98,9\ \%$

C,D in parallelo con C,D
$RP_{C,D,C,D}$ = 1-((1-$R_{C,D}$) (1-$R_{C,D}$)) = 1-((1-0,989)(1-0,989)) = 0,978 = 97,8 %

Affidabilità totale R_{tot} = $RP_{A,A}$ R_B $RP_{C,D,C,D}$ = 0,994 0,999 0,978 = 0,9711 = 97,11 %

==

Esercizio 14 (vedi figura 35)

Soluzione
Calcolo l'affidabilità di A $R(t)_A = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}003\ 1}$ = 0,997 = 99,7 %

Calcolo l'affidabilità di B $R(t)_B = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}001\ 1}$ = 0,999 = 99,9 %

Calcolo l'affidabilità di C $R(t)_C = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}004\ 1}$ = 0,996 = 99,6 %

Calcolo l'affidabilità di D $R(t)_D = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}007\ 1}$ = 0,993 = 99,3 %

A e B in serie $R_{A,B}$ = R_A R_B = 0,997 0,999 = 0,996 = 99,6 %

C e D in serie $R_{C,D}$ = R_C R_D = 0,996 0,993 = 0,989 = 98,9 %

C,D in parallelo con C,D
$RP_{C,D,C,D}$ = 1-((1-$R_{C,D}$) (1-$R_{C,D}$)) = 1-((1-0,989)(1-0,989)) = 0,978 = 97,8 %

Affidabilità totale R_{tot} = $R_{A,B}$ $RP_{C,D,C,D}$ = 0,996 0,978 = 0,974 = 97,4 %

==

Esercizio 15 (vedi figura 36)

Soluzione
Calcolo l'affidabilità di A $R(t)_A = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}003\ 1}$ = 0,997 = 99,7 %

Calcolo l'affidabilità di B $R(t)_B = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}001\ 1}$ = 0,999 = 99,9 %

Calcolo l'affidabilità di C $R(t)_C = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}004\ 1}$ = 0,996 = 99,6 %

Calcolo l'affidabilità di D $R(t)_D = e^{-\lambda t} = 2{,}718^{-0{,}007\ 1}$ = 0,993 = 99,3 %

C e C in parallelo $RP_{C,C}$ = 1-((1-R_C) (1-R_C)) =1-((1-0,996)(1-0,996)) = 0,992 = 99,2 %

Affidabilità totale R_{tot} = $R_{A,}$ R_B $RP_{C,C}$ R_D = 0,997 0,999 0,992 0,993 = 0,9811= 98,11 %

==

Elisa e Maurizio