

Inspeções em Manutenção Preventiva Condicionada

Um determinado componente crítico que incorpora 7 teares iguais e que funciona em condições semelhantes de carga e ambiente, quando falha, causa graves inconvenientes à Produção. Pretende-se passar a substituir preventivamente este componente. Para tal, foi consultado o cadastro dos vários equipamentos no qual foi possível obter os TTF desde o dia em que se iniciou o registo destes acontecimentos. Estes dados podem ser vistos no fim deste enunciado (os tempos de paragem para manutenção não se encontram incluídos).

Pretende-se conhecer:

- a) Optando pela MPS, qual deverá ser a periodicidade de substituição deste componente a partir de novo, de modo a cumprir com o rácio $N_{MC}/(N_{MC} + N_{MP}) \cong 0,1$?
- b) Optando pela MPS, dentro de quanto tempo deverá um destes componentes ser substituído se, em lugar de novo, for retirado do armazém já com 55 dias de uso, de modo a cumprir com as mesmas condições da alínea anterior?
- c) Optando pela MPC, qual deverá ser o calendário das 4 primeiras inspeções admitindo um risco de 0,05 de falhar a detecção de uma falha em curso?
- d) Nas condições da alínea c), qual o custo diário médio destas 4 inspeções se o custo de cada inspeção for de 220 €?
- e) Optando pela MPC, tendo falhado a segunda inspeção e tendo-a realizado só aos 67 dias, qual deverá ser o novo calendário das próximas 3 inspeções?

Ordem	TTF (dias)	Causas
1	144	Falha
2	145	Falha
3	168	Falha
4	63	Falha
5	69	Falha
6	110	Falha
7	174	Falha
8	97	Substituído preventivamente
9	64	Falha
10	127	Falha
11	56	Falha
12	138	Falha
13	51	Falha
14	91	Falha
15	56	Substituído preventivamente
16	162	Falha
17	76	Falha
18	110	Falha devida a outro modo de falha
19	61	Falha
20	71	Substituído preventivamente
21	76	Falha devida a outro modo de falha
22	134	Falha
23	68	Falha
24	73	Substituído preventivamente
25	87	Falha devida a outro modo de falha
26	52	Falha
27	104	Substituído preventivamente
28	67	Substituído preventivamente
29	90	Falha
30	101	Falha
31	84	Falha
32	112	Falha
33	99	Falha
34	73	Falha

35	177	Falha
36	89	Falha
37	161	Falha
38	176	Falha
39	76	Falha
40	89	Falha
41	97	Falha
42	125	Substituído preventivamente
43	191	Falha
44	134	Falha
45	126	Falha
46	96	Falha
47	91	Falha
48	105	Falha
49	97	Falha
50	116	Falha
51	90	Substituído preventivamente
52	96	Falha
53	125	Falha
54	114	Falha
55	119	Falha
56	53	Falha
57	79	Falha
58	59	Falha
59	117	Falha
60	146	Falha
61	124	Falha
62	86	Falha
63	59	Falha
64	126	Falha
65	78	Falha devida a outro modo de falha
66	206	Falha
67	134	Falha
68	148	Substituído preventivamente
69	171	Falha
70	111	Falha
71	115	Falha
72	102	Falha

Resolução

- a) Pelo método de regressão linear e *median ranking*, e recorrendo à aplicação EXCEL “Ajustamento Weibull-Bernard”¹, tratamos os TTF constantes no Quadro anterior, censuramos os TTF de ordens 8, 15, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 28, 42, 51, 65 e 68, e obtemos como parâmetros da função de Weibull de melhor aderência, os seguintes:

$$t_0 = 44,49 \text{ dias}, \alpha = 1,57 \text{ e } \beta = 79,77 \text{ dias.}$$

Recorrendo à aplicação EXCEL “Distribuição Weibull”¹ obtemos como periodicidade t_p de MPS:

$$t_p = 44,49 + 79,77 \times \ln[1/(1 - 0,1)]^{(1/1,57)} \cong 64 \text{ dias}$$

- b) Recorrendo à próxima Expressão e substituindo valores, ou recorrendo novamente à aplicação EXCEL “Distribuição Weibull”¹, obtemos:

$$F(\Delta t | T) = 1 - \frac{R(T + \Delta t)}{R(T)} = \frac{F(T + \Delta t) - F(T)}{1 - F(T)}$$

$$F(T) = \text{WEIBULL}(55 - 44,49; 1,57; 79,77; 1) = 0,0403969$$

¹ Aplicação constante no meu livro “Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos”, 2014

$$\begin{aligned}F(\Delta t + T) &= 0,1 \times (1 - 0,0403969) + 0,0403969 = 0,1363572 \\T + \Delta t &= 44,49 + 79,77 \times \ln[1/(1 - 0,1363572)]^{(1/1,57)} = 67,97 \\ \Delta t &= 67,97 - 55 = 12,97 \cong 13 \text{ dias}\end{aligned}$$

Notar que o intervalo que deveria ser de 64 dias, como o componente não tinha falhado passados já 55 dias, o intervalo foi alongado para $55 + 13 = 68$ dias.

- c) Da Expressão anterior deduzimos que $R(t + \Delta t) = R(\Delta t/t) \cdot R(t)$. Como a fiabilidade deve ser mantida constante entre cada duas inspeções, teremos que $R(\Delta t/t) = R(t)$. Sendo n a n ésima inspeção, teremos por sua vez:

$$R(t + \Delta t) = R^n$$

Combinando este resultado com a distribuição de *Weibull*, obtemos a próxima Expressão, na qual n representa a n ésima inspeção desde novo.

$$t_n = t_0 + \beta \cdot \left[-\ln(R^n) \right]^{1/\alpha}$$

Substituindo valores nesta última Expressão ou recorrendo à aplicação “Calendário inspeções”¹, obtemos:

56, 63, 68 e 73 dias (campo F7:F10)

- d) O custo médio diário das 4 inspeções será: $220 \times 4 / 73,58 \cong 12$ €/dia (célula F25)
- e) Como as inspeções se iniciam mais tarde, todo o calendário será reajustado para que os intervalos de tempo entre cada duas inspeções sejam encurtados.

Recorrendo novamente à aplicação “Calendário inspeções”¹ e introduzindo 67 na célula G2, obtemos:

5, 10 e 14 dias (campo F9:F11)