Esercitazione 1

Definiamo funzione di affidabilità:

$$R(t) = e^{-\frac{t}{MTBF}}$$

Dove **t** è il tempo di funzionamento per cui vogliamo calcolare l'affidabilità e **MTBF** (Mean Time Between Failure) è il tempo medio fra un guasto e il successivo.

a) Facendo variare opportunamente **MTFB** fino a 10^8 h, calcoliamo i valori di affidabilità per un ora di funzionamento (**t** = 1 h)

MTBF	R(t)
1,00E+00	0,3678794411714420000
1,00E+01	0,9048374180359600000
1,00E+02	0,9900498337491680000
1,00E+03	0,9990004998333750000
1,00E+04	0,9999000049998330000
1,00E+05	0,9999900000500000000
1,00E+06	0,9999990000005000000
1,00E+07	0,9999999000000050000
1,00E+08	0,9999999900000000000

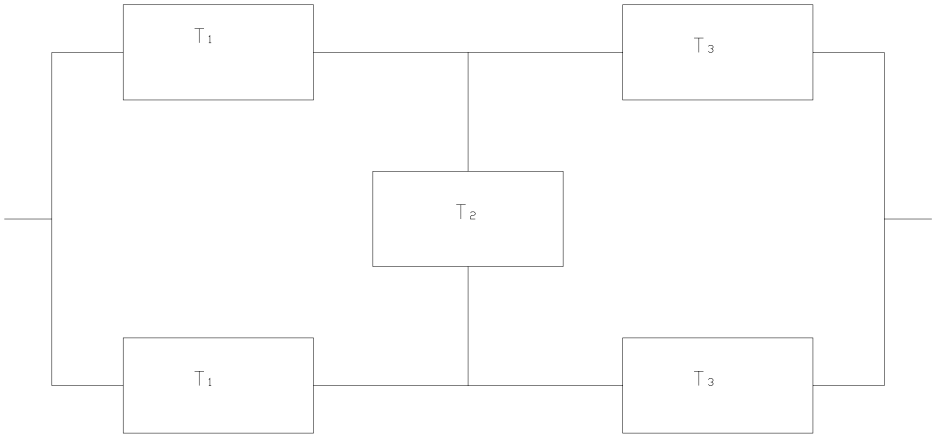
b) Assegnato un intervallo per la funzione di affidabilità vediamo come varia il **MTBF** per un ora di funzionamento. Invertiamo la funzione di affidabilità, scrivendo **MTBF** in funzione di **R(t)**, come

$$MTBF = -\frac{t}{\ln(R(t))}$$

Adesso, fissato **t** = 1, facciamo variare **R(t)** da 0.7 a 1 e otteniamo i seguenti valori per **MTBF**:

R(t)	MTBF	R(t)	MTBF
0,70	2,803673252057130	0,86	6,630293331203170
0,71	2,919790644807420	0,87	7,180706269462310
0,72	3,044102343138190	0,88	7,822683452596530
0,73	3,177520997922570	0,89	8,581200136822340
0,74	3,321099589363700	0,90	9,491221581029920
0,75	3,476059496782210	0,91	10,603253052640100
0,76	3,643825585602060	0,92	11,993052337608000
0,77	3,826070447222750	0,93	13,779667258736500
0,78	4,024770704078000	0,94	16,161510712013100
0,79	4,242279401627490	0,95	19,495725746223800
0,80	4,481420117724550	0,96	24,496598261601900
0,81	4,745610790514950	0,97	32,830795105290800
0,82	5,039028822088810	0,98	49,498316452509700
0,83	5,366834453799310	0,99	99,499162473424300
0,84	5,735477907117630	1,00	Infinito
0,85	6,153129380622040		

c) Dato il sistema in figura



vogliamo trovare l'affidabilità per un ora di funzionamento e il **MTBF**. Poiché il nostro sistema non rispecchia nessuna delle strutture da noi conosciute (serie e parallello), dividiamo il caso in due sottocasi:

- Se **T2** è funzionante, possiamo considerarlo come un corto circuito e possiamo quindi dire che l'affidabilità del sistema sarà data dall'affidabilità del blocco **T2** moltiplicata per la serie delle affidabilità del parallelo **T1**//**T1** e del parallelo **T3**//**T3**, in formule

$$R_{T2\,funzionante} = R_{T2}(2R_{T1} + R_{T1}^{\ 2})(2R_{T3} + R_{T3}^{\ 2})$$

- Se **T2** non è funzionante lo consideriamo come un circuito aperto e avremo così che l'affidabilità del nostro sistema sarà il complementare dell'affidabilità di **T2** moltiplicato per il parallelo delle due serie di **T1** e **T3**, otterremo quindi

$$R_{T2\,nonfunzionante} = (1 - R_{T2})\left(2(R_{T1} + R_{T3}) - R_{T3}^{\ 2} R_{T3}^{\ 2}\right)$$

L'affidabilità di tutto il mio sistema in ogni situazione sarà quindi la somma dei due casi precedenti.

Assegnati i **MTBF** pari a

T1 = 10000 h
T2 = 1000 h
T3 = 20000 h

e posto **t** = 1 otteniamo che:

R_{T1}	0,999900004999833
R_{T2}	0,999000499833375
R_{T3}	0,999950001249979

Da cui

R_{T2} funzionante	0,999999987501125
R_{T2} non funzionante	0,999999977503375

E infine

$R_{Sistema}$	0,999999987491132
$MTBF_{Sistema}$	79943286,33

d) Supponiamo che il nostro velivolo sia un quadrimotore e vogliamo calcolare l'affidabilità di questo, nel caso funzionino tutti i motori, tre motori, due motori e il caso in cui questi due motori siano su ali differenti. Riassumiamo con la tabella seguente tutti i casi possibili

Motore 1 Ala DX	Motore 2 Ala DX	Motore 1 Ala SX	Motore 2 Ala SX	Affidabilità
X	**X**	**X**	**X**	$\mathbf{R^4}$
X	**X**	**X**		$\mathbf{4R^3(1-R)}$
	X	**X**	**X**	
X		**X**	**X**	
X	**X**		**X**	
X	**X**			$\mathbf{6R^2(1-R)^2}$
		X	**X**	
	X	**X**		
X		**X**		
	X		**X**	
X			**X**	

In generale l'affidabilità del nostro sistema sarà data da

$$R_s = \sum_{i=r}^{n} \binom{n}{i} R^i (1-R)^{n-1}$$

dove **r** sono i motori funzionanti sugli **n** disponibili.
Vogliamo ora calcolare l'affidabilità per una missione 1 h ed il relativo MTBF nel caso in cui il tempo medio di guasto di ogni singolo motore sia pari a 10000 h.
I risultati sono riassunti nella seguente tabella

4 motori funzionanti	0,999600079989334
3 motori funzionanti	0,999999940013998
2 motori funzionanti	0,999999999996001
MTBF	250054114397,80

Nel caso in cui i due motori funzionanti debbano essere su ali diverse, dobbiamo scartare due casi sopra considerati riducendo il valore di affidabilità dei soli due motori da $\mathbf{6R^2(1-R)^2}$ a $\mathbf{4R^2(1-R)^2}$.
Ricalcolando il tutto otteniamo

2 motori funzionanti su ali diverse	0,999999980002000
MTBF	50004999,92

e) Facciamo ora le stesse considerazioni per un velivolo bimotore che abbia la possibilità di volare con un motore solo. Otteniamo così

Motore Ala Destra	Motore Ala Sinistra	Affidabilità
X	**X**	$\mathbf{R^2}$
X		$\mathbf{2R(1-R)}$
	X	

2 motori funzionanti	0,999800019998667
1 motore funzionante	0,999999990001000
MTBF	100009999,78