



### 3.3.4. 設備可靠度分析

iES822 產品創新目標，除了提供平台互融及更具親和性的彩色觸控操作界面設計之外，更冀望將設備可靠度推升至航空安全等級，充分提升戶外型設備運轉及運營維護作業的持久性。設備的電路運作可由三個監控單元並聯結構形成(如圖 3-5 所示)，並同時運行同質性監控程序。因此，整體設備的可靠度與平均故障間隔時間 (Mean Time Between Failures, MTBF)，經由波以松分布 (Poisson Distribution) 求解如下：

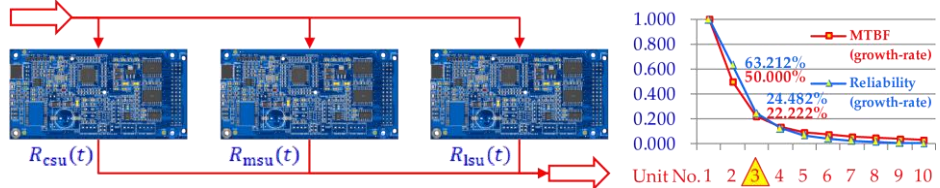


圖 3-5 三核互融並聯結構示意圖

(一) 單元可靠度： $R_{unit}(t) = e^{-\lambda_{unit} t}$ ,  $unit = \{csu, msu, lsu\}$

(二) 單元平均故障間隔時間 ( $\mu, \lambda = \text{故障率}$ )：

$$\begin{aligned} \frac{1}{\mu} &= \lambda = \lambda_{unit} = \lambda_{csu} = \lambda_{msu} = \lambda_{lsu} \\ \Rightarrow e^{-\lambda_{csu} t} &= e^{-\lambda_{msu} t} = e^{-\lambda_{lsu} t} = e^{-\lambda t} \\ \Rightarrow R_{csu}(t) &= R_{msu}(t) = R_{lsu}(t) \end{aligned}$$

(三) 設備可靠度：

$$\begin{aligned} R_{\hat{T}_3}(t) &= P(\hat{T}_3 > t) = 1 - P(\hat{T}_3 \leq t) \\ &= 1 - P_{csu}(\hat{T}_3 \leq t)P_{msu}(\hat{T}_3 \leq t)P_{lsu}(\hat{T}_3 \leq t) \\ &= 1 - (1 - R_{csu}(t))(1 - R_{msu}(t))(1 - R_{lsu}(t)) \\ &= 1 - (1 - e^{-\lambda t})^3 = 1 - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\mu}\right)}\right)^3 \quad \text{----- (計算式一)} \end{aligned}$$

(四) 設備平均故障間隔時間 (三個監控單元並聯)：

$$\begin{aligned} E(\hat{T}_3) &= \int_0^{\infty} \left(1 - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\mu}\right)}\right)^3\right) dt \quad \text{----- (計算式二)} \\ &= 1 - \left(1 - 3\mu + \frac{3}{2}\mu - \frac{1}{3}\mu\right) \\ &= \left(3 - \frac{3}{2} + \frac{1}{3}\right)\mu = \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)\mu = \frac{11}{6}\mu \quad \text{(平均壽命延展率 1.833 倍)} \end{aligned}$$

(五) 設備平均故障間隔時間 ( $n$  個監控單元並聯)：

將  $n$  個監控單元並聯後，依 (計算式一) 與 (計算式二) 之關連推導求解：

$$\begin{aligned} E(\hat{T}_n) &= \int_0^{\infty} \left(1 - \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\mu}\right)}\right)^n\right) dt \quad \text{----- (計算式三)} \\ &= \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n}\right)\mu \end{aligned}$$

依據 (計算式三) 推演於圖 3-5 右方曲線顯示，當增加第三個監控單元並聯結構容錯，則設備可靠度較原計算值的遞增率為 24.482%，換言之，設備平均壽命得延展原來二個監控單元並聯結構的遞增率 22.222%。若再增加第四個監控單元並聯，其延展遞增率約 13.636% 與其成本相比，顯然已較無實質意義了。