Exercice Manufacturing

Agrégation d'une chane de dipôles de production

October 7, 2016

Ligne d'assemblage composée d'une série de dipôles

Partie a)

On considère une ligne de production formée de quatre machine M_k, $k = 1, 2, 3, 4$. On supposera que ces machines ont des caractéristiques dynamiques approximativement égales, à savoir:

$$\lambda_k = \lambda = 0.05\,[\text{sec}^{-1}], \quad \mu_k = \mu = \frac{1}{4}\,[\text{sec}^{-1}], U = 5\,\left[\frac{\text{pce}}{\text{sec}}\right].$$

Ces machines sont séparées par des stocks tampon de capacités identiques $h_1 = h_2 = h_3 = 60$ [pce]. Calculer l'indisponibilité effective I_{ligne} de la ligne ainsi que le "throughput" moyen que cette installation délivre.

Partie b)

On considère une nouvelle installation composée de quatre machines identiques avec des comportements dynamiques comme ci-dessus. Dans cette nouvelle configuration, les capacités des buffers ne sont plus identiques mais ont les valeurs suivantes:

$$h_1 = 40\,[\text{pce}], \quad h_2 = 100\,[\text{pce}] \quad \text{et} \quad h_3 = 40\,[\text{pce}].$$

Calculer l'indisponibilité effective I_{ligne} de la ligne ainsi que le "throughput" moyen que cette nouvelle configuration de l'installation délivre.

Solution - Ligne d'assemblage composée d'une série de dipôles

Partie a)

On utilise directement la méthode d'agrégation (chapitre 6 des notes). Le dipôle constitué de M_1 du buffer B_{12} et M_2 aura l'indisponibilité I_{12} de la forme (Formule Eq.(31) pour $I_1 = I_2$ avec $\alpha = 1$):

$$I_{12} = I\left[1 + \frac{1}{1 + \frac{F}{2}(1+I)}\right].$$

Ici on aura $I = \frac{0.05}{0.25} = 0.2$ et avec $h = 60$ on aura $F = \frac{\mu h}{U} = \frac{0.25\times 60}{5} = 3$, cela conduit à:

$$I_{12} = 0.2\left[1 + \frac{1}{1 + \frac{3}{2}(1.2)}\right] \simeq 0.27.$$

De la mme manière, on aura directement $I_{34} \simeq 0.27$. Il nous reste donc à effectuer la dernière agrégation. Nous aurons:

$$I_{\text{ligne}} = I_{1234} \simeq 0.27\left[1 + \frac{1}{1 + \frac{3}{2}(1.27)}\right] = 0.334.$$

Remarquons que le couplage sans buffer des quatre machines conduirait à $I_{\text{ligne}} = 4 \times 0.2 = 0.8$ ce qui manifestement est beaucoup moins performant que la ligne avec les stocks tampon.

Quant au "througput" de la ligne équippée de buffers, nous aurons avec $I_{\text{ligne}} = 0.334$:

$$\langle V\rangle = 5\,\frac{1}{1 + I_{\text{ligne}}} \simeq 3.75, \qquad \left(\langle V\rangle_{\text{sans buffer}} = 5\,(\frac{1}{1+0.8}) \simeq 2.78\right)$$

Partie b)

Nous procédons comme précédemment en considérant les agréagtion I_{12} et I_{34} puis pour finir avec $I_{\text{ligne}} = I_{1234}$. Nous aurons donc:

$$I_{12} = 0.2\left[1 + \frac{1}{1 + \frac{F}{2}(1.2)}\right] \quad \text{avec ici} \quad F = \frac{\mu h}{U} = \frac{0.2 \times 40}{5} = 1.6,$$

ce qui conduit à $I_{12} \simeq 0.30$.
Finalement nous aurons:

$$I_{\text{ligne}} = I_{1234} \simeq 0.30\left[1 + \frac{1}{1 + \frac{F}{2}(1.3)}\right] \quad \text{avec maintenant} \quad F = \frac{\mu h}{U} = \frac{0.2 \times 100}{5} = 4.$$

Cela nous donnera donc finalement $I_{\text{ligne}} \simeq 0.40$ et donc:

$$\langle V\rangle = 5\,\frac{1}{1+0.4} \simeq 3.57.$$

Remarque. Pour une capacité globale de 180 pièces, la solution qui consiste à mettre des places de stocks réparties uniformément, (i.e. $h_1 = h_2 = h_3$), conduit à un meilleur "throughput". Cela n'est pas toujours le cas, comme on peut le constater en étudiant l'exercice 3 résolu dans les notes du cours.