الموثوقية في الجودة الشاملة

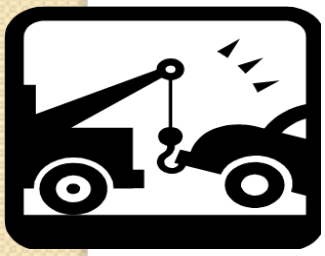
Reliability

علاقة الجودة بمفهوم الموثوقية

- إن جودة المنتج ومواصفاته تتغير مع عمر المنتج، أي أن كفاءته على أداء الوظيفة المصمم من أجلها تقل مع الزمن.

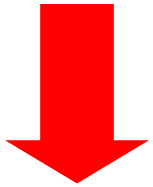
☑ وعلى ذلك فإن أحد أوجه قبول المنتج لدى المستهلك تعتمد على مقدرته على الأداء المرضي لفترة زمنية معينة. و هذا ما يعرف **بموثوقية المنتج** (Product Reliability). ان المنتج ذي **الموثوقية السيئة جودته رديئة**

- اذن **موثوقية المنتج هي استمرار جودته لفترة زمنية محددة**.(Reliability is quality over time)، اي هي احتمال عدم فشل أو انهيار المنتج خلال فترة زمنية محددة و تحت ظروف عمل معينة.
- **اما فشل أو انهيار المنتج** : هي عدم مقدرته على أداء الوظيفة المصمم من أجلها
- يعبر عن الموثوقية ايضا **باحتمال** (Probability) أداء المنتج **لوظيفته المصمم من أجلها** و تحت **ظروف الاستعمال العادية** ولمدة معينة.



العناصر الأساسية للموثوقية

- تقاس **موثوقية المنتج باحتمال** أداء المنتج **لوظيفته المصمم من أجلها** و تحت **ظروف الاستعمال العادية** و **لمدة زمنية محددة**.



١. **قيمة عددية** (Numerical Value) قيمة الاحتمال بأن المنتج سيعمل بكفاءة و عدم فشله أو انهياره خلال مدة معينة .
٢. **الوظيفة المطلوبة من المنتج** (Intended Function)
٣. مدة زمنية محددة : **عمر المنتج** (Product`s Life)
٤. **ظروف الاستعمال** (Environmental Conditions)

تحقيق الموثوقية في المنتج وفي النظام

- مع التطور الحديث في نظم الانتاج أصبحت المنتجات أكثر تعقيدا في تصنيعها (مجموعة مكونات تعمل كنظام متكامل)، مما يزيد في احتمال انهيارها إذا فشل مكون واحد فيها. لذا وجب الحرص على المحافظة على **موثوقية النظام** و هذا يتحقق بواسطة:

- ☑ استخدام مكونات ذات موثوقية عالية
- ☑ **بساطة تصميم** المنتج و استعمال أقل عدد ممكن من المكونات
- ☑ **استخدام طرق التصنيع المتأكد منها**
- ☑ اتباع الطرق السليمة في عمليات التعليب و **النقل** قصد المحافظة على جودة المنتج حتى وصوله الى المستهلك
- ☑ استعمال مفاهيم المكون الاحتياطي ، النظام التحذيري ، الايقاف الذاتي للمنتج في حالة حدوث ظروف غير عادية للتشغيل.
- ☑ إعلام المستهلك بالظروف العادية لاستخدام المنتج و بناء نظام **صيانة** للمنتج

موثوقية النظام System Reliability

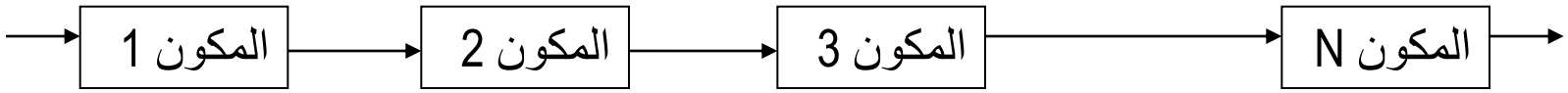
- معظم المنتجات الصناعية هي عبارة عن مجموعة من المكونات مجمعة و تعمل كنظام متكامل.

- إن موثوقية كل مكون على حدة و طريقة ترتيب المكونات في النظام تؤثر على موثوقية النظام ككل (أي موثوقية المنتج).

- يمكن ترتيب و تجميع المكونات :
  - ترتيب على التسلسل series (النظام يعمل إذا عملت جميع المكونات)
  - ترتيب على التوازي parallel (النظام يعمل إذا عمل مكون واحد)
  - ترتيب مزدوج (و يشمل الترتيبين)

ترتيب المكونات على التسلسل

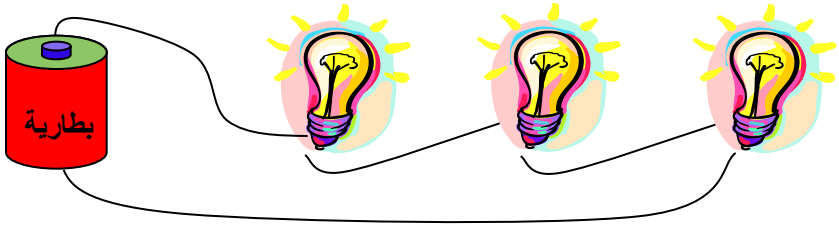
Components in Series



- إذا كانت المكونات مرتبة بالتسلسل ، فإن المنتج يعمل إذا عملت جميع المكونات.

- في حالة وجود (N) مكون في المنتج مرتبة بالتسلسل، و موثوقية كل مكون هي (R_i) فإن **موثوقية النظام** R_s تحسب كما يلي:

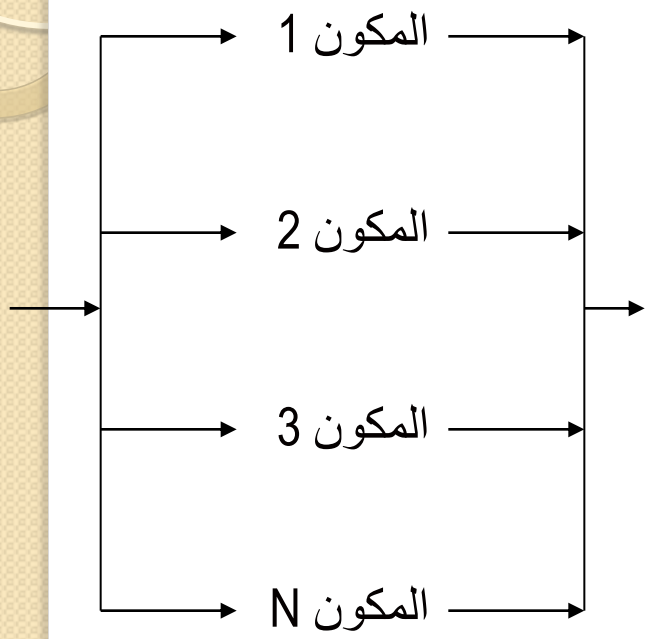
$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \ldots\ldots\ldots \times R_N$$



مثال : تركيب مصابيح كهربائية على التسلسل (التوالي)

ترتيب المكونات على التوازي

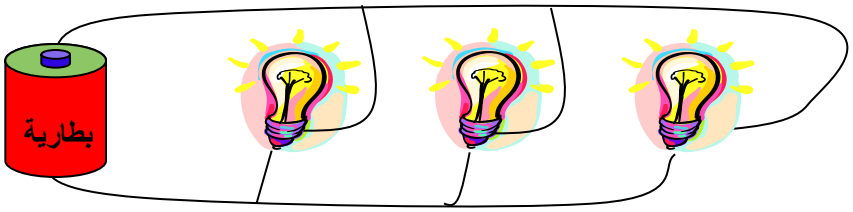
Components in Parallel



- إذا كانت المكونات مرتبة بالتوازي فإن المنتج يعمل إذا عمل أحد المكونات.

- في حالة وجود (N) مكون في المنتج مرتبة بالتوازي، و موثوقية كل مكون هي (R_i) فإن **موثوقية النظام** R_p هي :

$$R_p = 1 - (1-R_1)\,(1-R_2)\,\ldots\ldots\,(1-R_N)$$



مثال : تركيب مصابيح كهربائية على التوازي

نظام يحتوي على مكون احتياطي

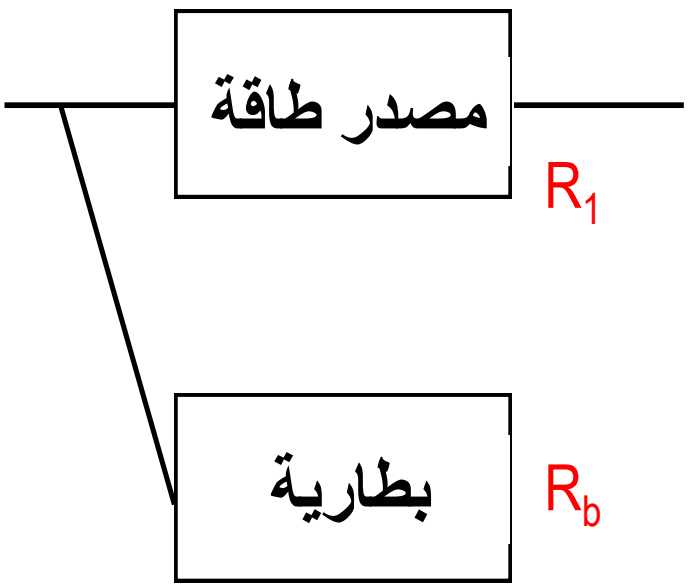
- إذا كان النظام يحتوي على مكون احتياطي فيعامل على أساس انه **ترتيب بالتوازي.**

- نحسب موثوقية النظام المتوازي:

$$R_p = 1- (1-R_1) (1-R_b)$$

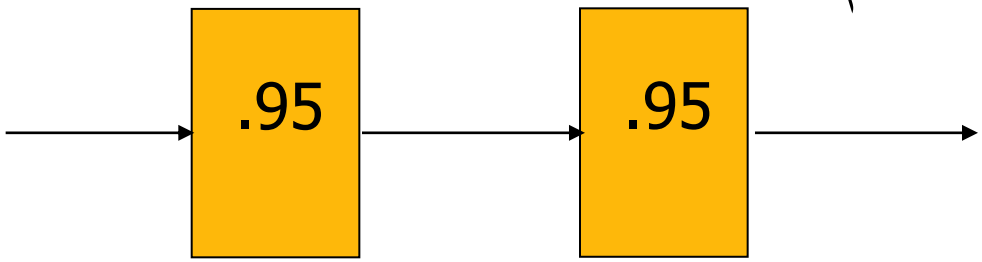
- و يمكن تبسيط هذه العلاقة لتصبح:

$$R_p = R_1 + R_b (1-R_1)$$



تدريبات على حساب الموثوقية (مثال ١)

احسب موثوقية النظام



الحـــل

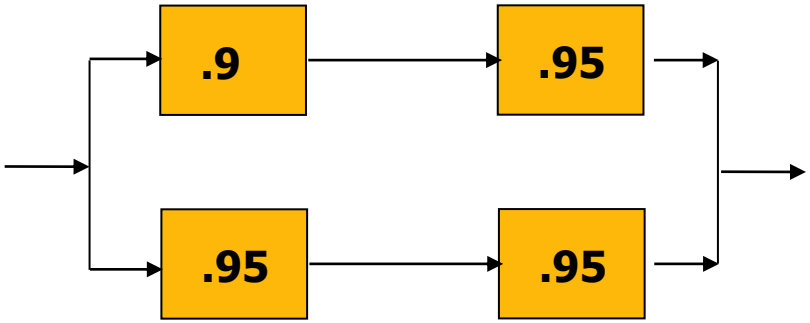
- يتكون النظام من 2 من المكونات مرتبة على التسلسل
- **موثوقية النظام R_s** هي :

$$R_s = R_1 \times R_2$$

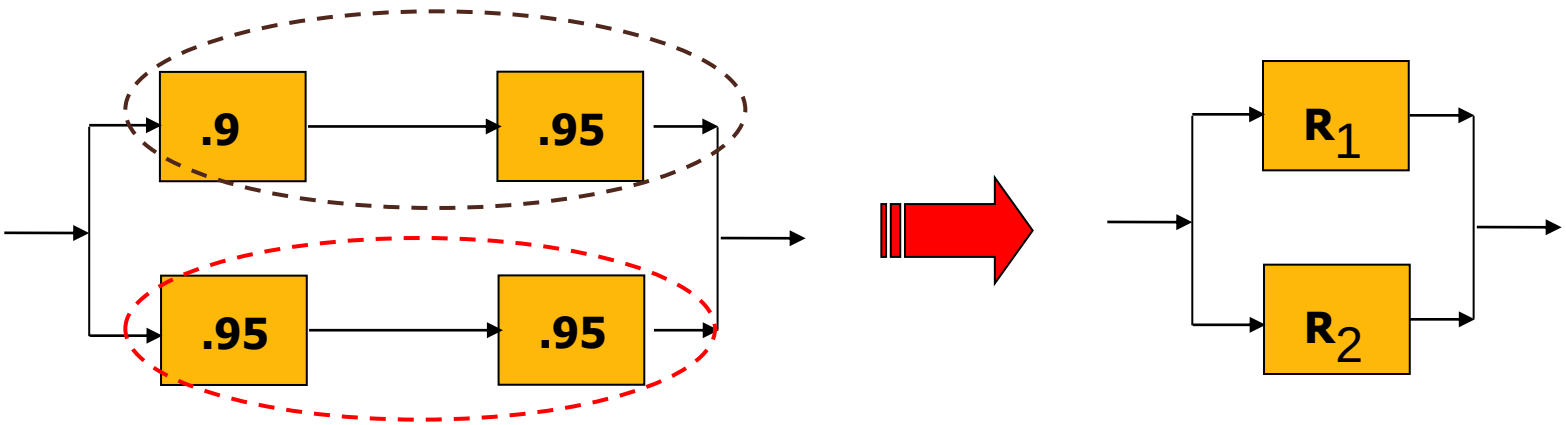
$$R_s = 0.95 \times 0.95 = 0.9025$$

تدريبات على حساب الموثوقية (مثال ٢)

احسب موثوقية النظام المبين أدناه



تدريبات على حساب الموثوقية (حل المثال ٢)



- نبسط النظام و هذا بحساب موثوقية المكونات التي هي على التسلسل

$$R_1 = 0.9 * 0.95 = 0.855$$

$$R_2 = 0.95 * 0.95 = 0.9025$$

- و من ثم نحسب موثوقية المكونات المتوازية التي حصلنا عليها :

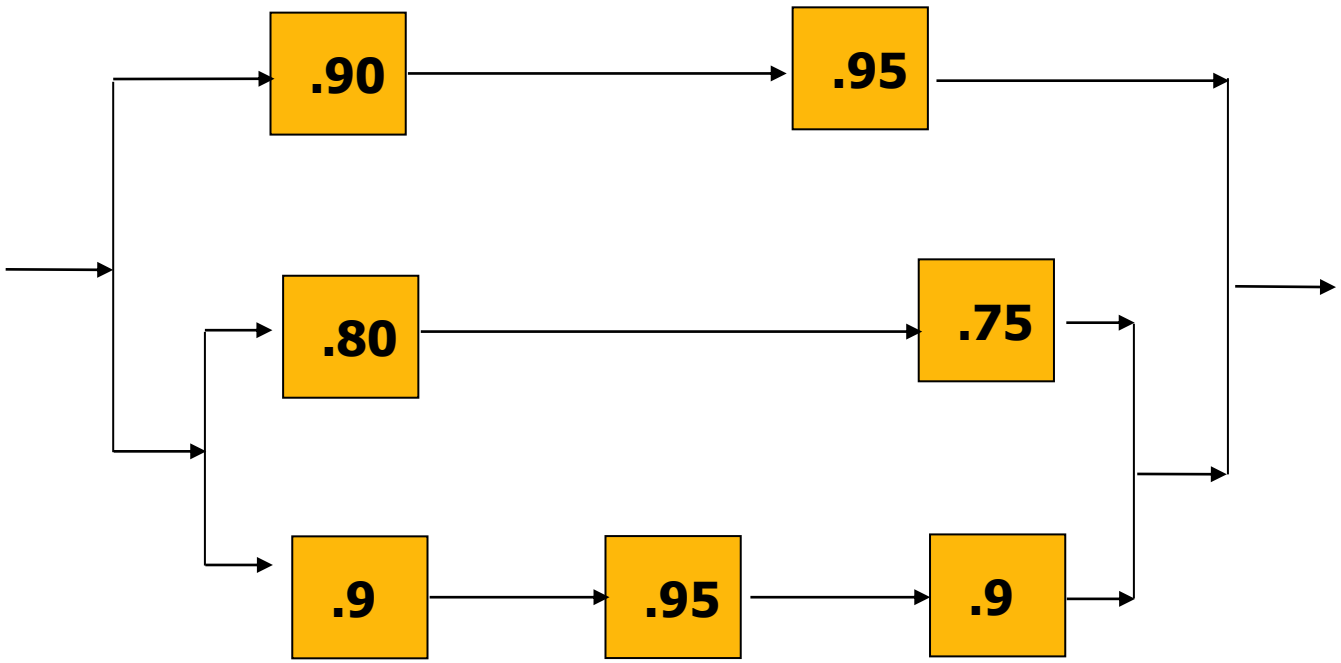
$$R_p = 1-(1-R1)(1-R2)$$

$$= 1 - (0.145 * 0.9025)$$

$$R_p = 1- 0.141375= \mathbf{0.985863}$$

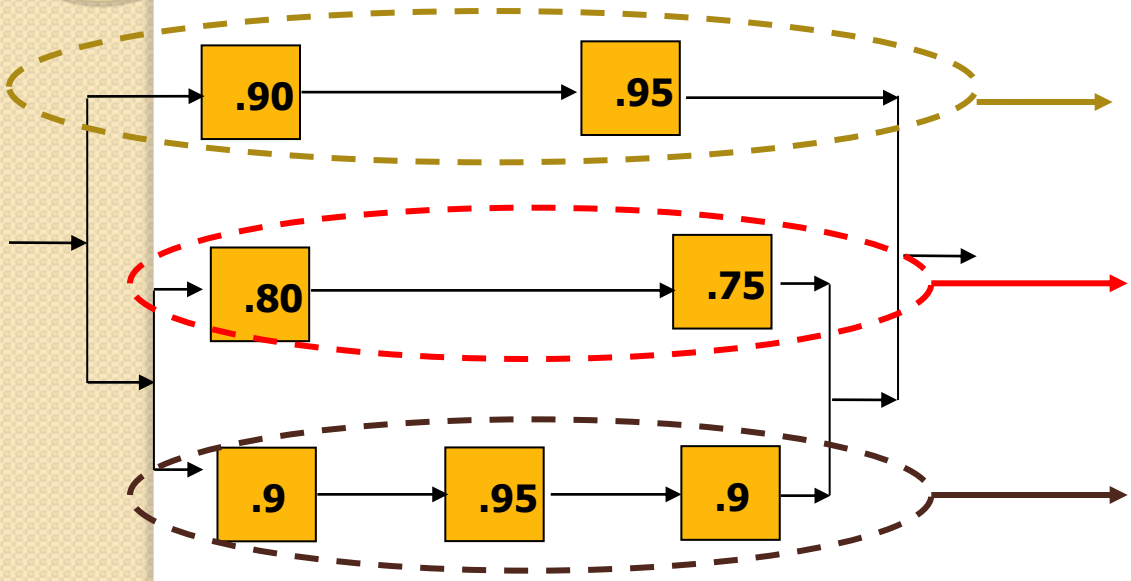
تدريب لحساب موثوقية نظام (مثال ٣)

احسب موثوقية النظام المبين أدناه



تدريب لحساب موثوقية نظام (حل المثال ٣)

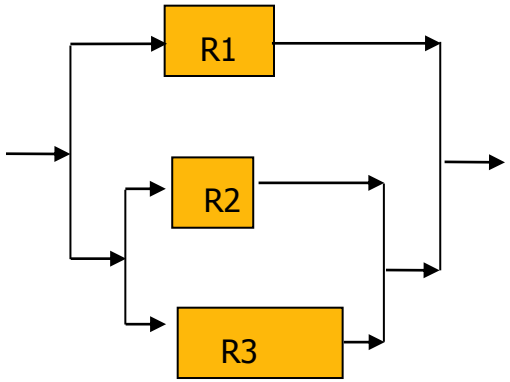
١ – نبسط النظام و نبدأ بحساب موثوقية المكونات المرتبة على التسلسل



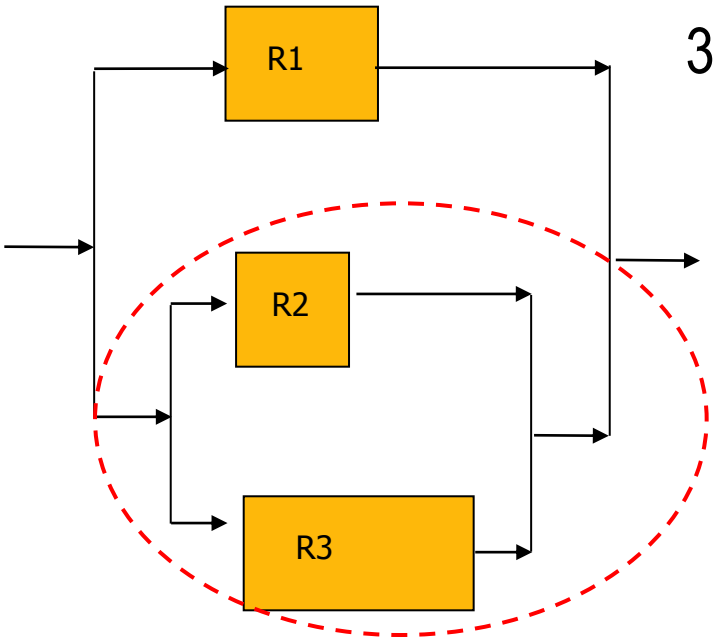
$R_1 = 0.9 * 0.95 = 0.855$

$R_2 = 0.8 * 0.75 = 0.6$

$R_3 = 0.9 * 0.95 * 0.9 = 0.7695$

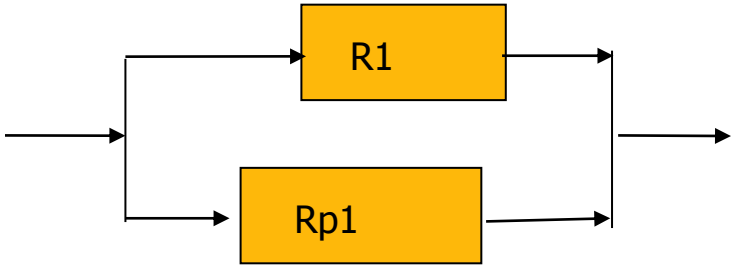


تدريب لحساب موثوقية نظام



٢ – نحسب موثوقية المكونات المتوازية 2 و 3

$$R_{p1} = 1 - (1-R_2)(1-R_3)$$
$$= 1 - (1-0.6)(1-0.7695)$$
$$= 1 - 0.4 \times 0.2305$$
$$= 0.9078$$



$R_1 = 0.855$

$R_2 = 0.6$

$R_3 = 0.7695$

٣ – نحسب موثوقية النظام (مكونين على التوازي)

$$R_p = 1 - (1-R_1)(1-R_{p1})$$
$$= 1 - (1-0.855)(1-0.9078)$$
$$= 1 - 0.145 \times 0.0922$$

$$R_p = 0.9866310$$

تدريبات على حساب الموثوقية (بدون حل)

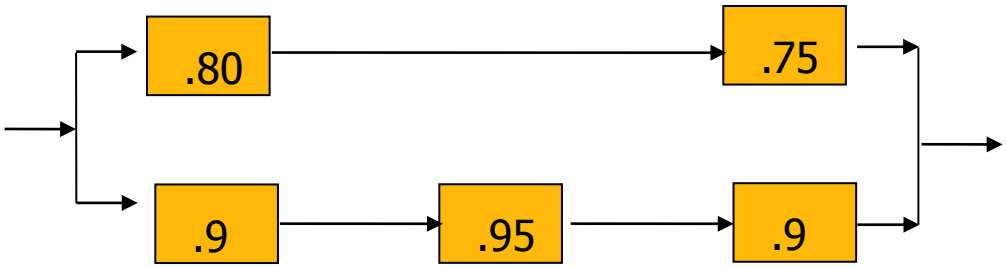
التدريب ١ - احسب موثوقية النظام المكون من 3 مكونات مرتبة على التسلسل . موثوقية المكونات الثلاث A, B, C هي : 0.95, 0.92, 0.90

التدريب ٢ – ما هي موثوقية النظام إذا كانت المكونات الثلاث مرتبة على التوازي.

التدريب ٣ – يتكون نظام من 5 مكونات مرتبة على التسلسل ، موثوقية كل مكون تساوي 0.96 . إذا عدلنا النظام و أصبح يحتوي على 3 مكونات فقط. ما هو التغير في موثوقية النظام.

تدريبات على حساب الموثوقية (بدون حل)

التدريب ٤ - احسب موثوقية النظام المبين أدناه



التدريب ٥ - احسب موثوقية النظام المبين أدناه