تقدير الدالة المعولية للانظمة متعدد الحالات بأستخدام المشتقة الجزئية المنطقية المباشرة

أ.م.د. انتصار عريبي فدعم الباحث/اسيل مبدر داود
كلية الادارة والاقتصاد/ جامعة بغداد/ قسم الاحصاء

المستخلص

في هذا البحث يتم تقدير المعولية الديناميكية للنظام المتعدد الحالة ولكل مكون من مكوناته ولثلاثة انواع من الانظمة (المتسلسل، المتوازي ، 2-out-of-3) وكالتي (الفشل والاصلاح) بالاعتماد على حساب الدالة الهيكلية التي تسمح بوصف سلوك معولية النظام اعتمادا على كفاءة مكوناته . ويقوم الباحث بتقدير مؤشرات المعولية الديناميكية التي بدورها تصف التغيرات الحاصله في معولية النظام المتعدد الحالات التي تسببها التغيرات في كفاءة مكونات النظام . وتم تقدير هذه المؤشرات الديناميكيه بواسطة المشتقه الجزئيه المنطقيه المباشرة

الرموز:-

Mss :- النظام المتعدد الحالات

MSSRF :- الداله المعوليه للانظمه المتعددة الحالات

SFOMSS :- الداله الهيكليه للنظام المتعدد الحالات

DRI :- مؤشرات المعوليه الديناميكيه

$\{ Gf / x_i \}$:- مجموعة حالات الفشل لكل مكون

$\{ Gf / Xi \}$:- مجموعة حالات الاصلاح لكل مكون

CDRI :- المعوليه الديناميكيه لكل مكون

DIRI :- المعوليه الديناميكيه للنظام باكمله

$\varphi(x)$:- الداله الهيكليه

مجلة العلوم
الاقتصادية والإدارية
المجلد 20
العدد 77
لسنة 2014
الصفحات333 -350

1- المقدمه : Introduction

هدف اي جهد لتصميم وتطوير منتج ما هو دفعهُ ليمتلك مقداراً كافياً من السلامة والأمان ليتلائم مع طلب الزبون بالنسبة للأداء والنوعية والثقة (reliable) للمنتج خلال دورة حياتهِ وقد ادى التطور التكنلوجي الى استخدام مؤشرات دالة المعولية في دراسات التصميم والتخطيط والتشغيل والصيانه ولقد زادت اهمية مؤشر المعوليه في الآونه الاخيره لكونها تلائم اغلب التطبيقات العملية المتمثلة بالاجهزه والمعدات القابلة للتصليح والصيانه في حالة توقفها المفاجيء عن الخدمة ثم اعادة تشغيلها.
موضوع تحسين الاداء والاستمرار في تحسينها هو احد الادوات المهمة للتنافس بين الشركات الصناعية العالمية.

غالبا ما يرافق دراسة المعوليه تقييم اقتصادي لمستوى المعولية المطلوب. من أهم الاساسيات عند تصميم اي منظومة هو تحديد المستوى الامثل لمعوليتها واذا ما تناقصت مستويات الاداء فهناك عدة طرائق لتحسينها سواء في فترة تصميمها او تشغيلها، وغالباً يظهر تأثير تحسين المعولية لأية منظومة اثناء فترة التشغيل لها من خلال الصيانة.

ولتحليل المعولية هناك نموذجين رياضيين الاول هو النظام الثنائي الذي يسمح للنظام ومكوناته بحالتين فقط (فشل تام، اداء تام) والثاني هو النظام المتعدد الحالات multi–state–system ويرمز لهُ (mss) وهذا النوع من الانظمة يسمح للنظام ومكوناته اختيار اكثر من حالتين مثلاً (فشل تام، تشغيل تام، تشغيل جزئي).
في الواقع النظام الثنائي هو ابسط حاله للأنظمه المتعددة الحالات لانه يمثل حالتين فقط.

لكن هذا النظام فشل في وصف العديد من الحالات (الحالات التي تمتلك اكثر من حالتين) لذلك فأن استخدام اسلوب النظام المتعدد الحالات هو اكثر مرونه لتقييم وتقدير معولية النظام.

ان تحليل المعولية بهذا الاسلوب يعتمد على الانظمه التي لديها مستويات مختلفة من الاداء بحيث يكون النظام قادر على الاداء بشكل جزئي فضلا عن ذلك فأن مكوناتهُ تستطيع ايضاً الاداء مع مستويات مختلفة.
وفيمايأتي نستعرض اهم الدراسات والبحوث التي تناولت احتساب المعولية للانظمه المختلفة.

في سنة(2000) قام الباحثان Huang من جامعة Alberta-dmonton ، والباحث zuo [2, 9] من الجامعة نفسها بتوسيع مفهوم النظام الثنائي (k-out–of–n) الى النظام المتعدد الحالات (k-out-of-n) ولكن مع وجود قيود فمن المفترض ان يكون للثابت k مستويات في النظام الكلي .
وقاما بتعريف جديد للنظام المتعدد الحالات (k-out-of-n) وتحت التعريف المقترح يجب المحافظة على الأقل مستوى محدد لحالة نظام قد يتطلب الى عدد مختلف من المكونات لتكون في حالة معينه .
واثبتا ان النظام المتعدد الحالات (k-out-of-n) هو نموذج له خصائص اكثر تعقيدا من النظام الثنائي (k-out-of-n) .

وفي سنة(2003) قامت الباحثة الدكتورة Zaitsev من قسم تكنلوجيا المعلومات من جامعة روسيا البيضاء الأقتصادية [10] بالبحث في موضوع معولية النظام ذي الحالات المتعددة وحصلت كل فئة جديدة من مؤشرات المعولية الديناميكيه وان هذه المؤشرات تُقدر تأثير معولية النظام المتعدد الحالات بواسطة طاقة مستويات مكونات النظام وتستخدم الأدوات الرياضية المنطقية المتعددة القيم في حساب مؤشرات المعولية الديناميكيه .

وفي السنه نفسها(2003) قام العالمان البريطانيانيان Levitin و Lisnianski بتأليف كتاب حول تطبيقات عن معولية النظام المتعدد الحالات [1].
ويشير الكتاب الى طرائق تقدير معولية الانظمة المتعددة الحالات وتطوير هذه الطرائق وتطبيقاتها.

وفي سنة (2005) قامت الباحثة(Zaitsev) من جامعة روسيا البيضاء الأقتصادية [11] بالأهتمام بمعولية الشبكة ولاسيما معولية شبكة الأتصالات السلكية واللاسلكية حيث زاد هذا الأهتمام الى حد كبير في السنوات الأخيرة وتوصلوا وببساطة ان النموذج الأكثر عمومية للشبكة هو الدالة الهيكليه ، وتم تطوير الدالة الهيكليه واتخاذ التدابير المختلفة للحصول على اكثر المواضيع المهمة في تخطيط وتصميم السيطرة على الشبكة.

في سنة(1995) اقترح الباحثان(Xue و Yang)الجمع بين عمليات ماركوف والدالة الهيكليه لتقدير الخصائص الديناميكيه للأنظمة المتعددة الحالات (3) واثبتا ايضا ان منهجية الدالة تسمح بتحليل التغيرات لحالات النظام ولكن مشروطا بتغيير حالات المكون.

وفي سنة (2006) قامت الباحثة والدكتورة(Zaitsev) من جامعة روسيا البيضاء الأقتصاديه والباحث الدكتور (Levashenko) من الجامعة نفسها بلتحقق من ان النظام ومكوناته ممكن ان يمتلك اكثر من معولية حالتين [12].

فقاما بأثبات ان مؤشرات المعولية الديناميكيه (DRI) تُفسر على انها احتمالات التغييرات في معولية النظام اعتماداً على تغيير حالة المكون .

وان الدالة الهيكليه للأنظمة المتعددة الحالات تستخدم لحساب (DRI) . وهذه المؤشرات هي للأنظمة المتعددة الحالات سواء كانت أنظمة (السلسلة او التوازي او k-out-of-n).

سنة 2008 قام الباحثانZaitsev وLevashenko [13] بالبحث في معولية النظام المتعدد الحالات واخذاً بنظر الأعتبار تصنيف مؤشرات المعوليه الديناميكيه وان تقدير هذه المؤشرات يؤثر على تقدير معولية النظام وعلى حالة مكونات النظام وان هناك اداة المنطق الرياضي للقيمة المتعددة تستخدم لحساب مؤشرات المعوليه الديناميكيه هذه الأداة بصورة خاصة هي المشتقه المنطقيه الجزئيه المباشره.

2- هدف البحث :

تقدير دالة المعولية للمركبه وللأنظمة المتعددة الحالات (المتسلسلة والمتوازية و (2-out-of-3)) ولحالتين (الفشل، والاصلاح) R_f,R_r (failure, repear) وبأستخدام طريقة المشتقة الجزئية المنطقية المباشرة للدالة الهيكلية.(Direct Partial Logic Derivative for structure function)

3- الجانب النظري :-

هناك الكثير من الانظمه مثل (أنظمة التشغيل، ونظم قواعد البيانات، نظم المعلومات) يمكن وصفها من وجهة نظر المعولية بأنها نظام متعدد الحالات.

يتم البحث في النظام المتعدد الحالة على انه عنصر مهم في تحليل المعوليه. في هذه الحالة يمكن للنظام ومكوناته تجربة اكثر من حالتين من المعولية مقارنةً الى النظام الثنائي (يسمح بحالتين فقط الفشل التام، الاداء التام).

لقد تم تحسين النموذج الرياضي للنظام المتعدد الحالات نحن نفحص النظام وندرسهُ جيداً للسماح لعدد مختلف من الحالات المنفصلة للنظام ولكل مكون ونقترح لتحقيق هذا النظام تطبيق مؤشرات المعولية الديناميكيه.

هذه المؤشرات تُقدِر التأثير الحاصل على معولية النظام المتعدد الحالة.[1,10,11,12,13]

(3-1) الدالة المعولية للأنظمه المتعددة الحالات:-

Reliability Function of Multi-StateSystem (MSSRF)

ان الدالة المعولية **R(j)** هي واحدة من افضل مقاييس المعولية للأنظمه المتعددة الحالات **(MSS)** المعروفة. وهي احتمال معولية النظام اكبر من او تساوي المستوى **j**.

$$R(j) = P_r\{\emptyset(x) \geq j\}, j \in \{0,1, \dots\dots\dots, m-1\} \dots\dots\dots\dots (1)$$

المعادلة اعلاه لاتسمح بتحليل التغيير في معولية النظام التي يُسببها التغير في حالات المكون.

الديناميكيه **Dynamic**:- تُفسَر الديناميكيه على انها احتمالية التغيرات التي تطرأ على معولية النظام اعتماداً على حدوث تغيرات في حالة المكون.

(3-2) النظام المتعدد الحالات Multi-State Sestem:

يتم تصميم كل نظام تقني لاداء مهامه التي يهدف اليها في بيئة معينة ويمكن لبعض الانظمة ان تؤدي مهامها في مستويات مختلفة الكفاءة يشار اليها عادة بأسم الاداء.

ويمكن للنظام ان يمتلك عددا من معدلات الاداء عندها سوف يدعى بالنظام المتعدد الحالات **(Mss)**، فالنظام المتعدد الحالات هو نموذج رياضي يستخدم في تحليل المعولية وذلك لعرض النظام مع بعض من مستويات الكفاءة في العمل.

مثال توضيحي:

في نظام وحدة توليد يتألف من توليد ونقل الطاقه كل وحدة توليد تستطيع ان تعمل بمستويات مختلفه من القدرة، وحدات التوليد هي تجمعات معقدة لعدة اجزاء. ان فشل اجزاء مختلفة يقود الى حالة هي ان وحدة التوليد لاتزال تعمل لكن بقدرة اقل. هذا يمكن ان يحدث من خلال انقطاع التيار من عدة اجزاء مثلا (وحدات السحقPulverizes) او (مضخات المياهWaterPumps) آلخ.

مثال على ذلك هناك وحدة توليد بقدرة **50MW** معدلات الاداء (القدرة التوليديه) المقابلة لهذه الحالات واحتمالية الحالات متمثلة في الجدول التالي:-

N.of state	Generating capacity(MW)	State probability
1 عمل تام	50	0.960
2 عمل جزئي	30	0.033
3 فشل تام	0	0.007

عادة النظام المتعدد الحالات يتألف من عناصر او مكونات يمكن بدورها ان تكون هي ايضا متعددة الحالات وهناك العديد من الحالات المختلفه التي يمكن النظر فيها لتكون متعددة الحالات هي :-

1-عندما يتكون النظام من عدة وحدات لديها تأثير تراكمي على اداء النظام بأكمله فلابد النظر لها كنظام متعدد الحالات، في الواقع مستوى الأداء لكل نظام يعتمد على توفير وحداتهاحيث يكون لدينا اعداد مختلفه من الوحدات تستطيع تقديم مستويات مختلفه من الأداء.

عندما تساهم وحدات مختلفه بمعدلات مختلفه من الأداء للنظام التراكمي عندها يمكن لعدد من الأنظمه المتعددة الحالات ان تنمو بشكل كبير كمجموعه مختلفه من **k** من الوحدات يمكنها توفير مستويات اداء مختلفه للنظام بكامله.

2-ان معدل الأداء للعناصر المكونه للنظام يمكن ان تتفاوت او تختلف نتيجته لتدهور او تردي الحالة(الأرهاق، فشل جزئي) او بسبب الظروف المحيطه بالمتغير. ان فشل العنصر يمكن ان يؤدي الى تراجع او تدهور اداء النظام المتعدد الحالات بأكمله.

ان معدلات الأداء للعناصر يمكن ان تترتب من التشغيل التام حتى الفشل، الفشل يؤدي الى تخفيض اداء العناصر ويسمى بالفشل الجزئي . نعني بالفشل الجزئي ان العناصر لاتزال تعمل عند انخفاض معدلات الأداء، اما الفشل التام فأن العناصر غير قادرة تماما لأداء مهامها.
في النظام المتعدد الحالات يكون للنظام ومكوناته عدد او بعض من الحالات على العكس من الحالة التقليدية .(الانظمة الثنائية الحالة) حيث النظام وكافة مكوناته لها حالتين من الكفاءة (فشل تام، تشغيل تام).

(3-3) الدالة الهيكليه للنظام المتعدد الحالات:

Structure Function of Multi-State System (SFOMSS)

الداله الهيكليه للانظمه المتعدده الحالات (mss) تستخدم لحساب (DRI) (مؤشرات المعوليه الديناميكيه) و تسمح الداله الهيكليه بوصف سلوك النظام اعتمادا على كفاءه مكونات النظام
ولقد تم دراسة النظام المتعدد الحالات الذي يتكون من n من المكونات التي لها m من مستويات الكفاءة المختلفه للنظام ومكوناته وهي من صفر الى (m−1).
حيث يمثل الصفر فشل كامل للنظام او للمكونات .
والـ (m−1) يمثل عمل كامل او تام للنظام وللمكونات وكل مكون للنظام x_i يتميز بواسطة احتمالية معدل اداء المكون يتم استخدام الدالة الهيكلية كوصف رياضي للنظام المتعدد الحالات (mss) ويبين معولية النظام(حالة النظام)اعتماداً على كفاءة المكونات.

$$\emptyset(x) = \begin{cases} 0 & if \quad x \quad is\ failed\ system\ state \\ s & if \quad x \quad is\ an\ functioning\ system\ state \end{cases} \quad \text{.....2}$$

(3-4) مؤشرات المعوليه الديناميكية :

Dynamic Reliability Indices (DRI)

ان مؤشرات المعولية الديناميكية يتم بواسطتها وصف التغييرات التي تحدث في معولية النظام المتعدد الحالات الناتجة من التغييرات الحاصله في حالة مكونات النظام مثل(كفاءة المكونات) ويتم حساب هذه المؤشرات بالاعتماد على الدالة الهيكليه. يتم استخدام الدالة الهيكليه للوصف الرياضي للنظام المتعدد الحالات (mss) ويبين معولية النظام (حالة النظام) اعتمادا على كفاءة المكونات.

$$\Phi(x_1,\ldots x_n)=\phi(x):\{0,\ldots,m_{i-1}\}^n \rightarrow \{0,\ldots,m-1\} \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$(i=1,\ldots\ldots\ldots\ldots,n)$

(3-5) النموذج الرياضي للأنظمةالمتعددةالحالات :

Mathematical model for multi-state systems

لتحليل معولية النظام المتعدد الحالات سيكون نموذج المشتقه الجزئيه المنطقيه المباشره هو النموذج الرياضي المستخدم.

❖ نموذج المشتقة المنطقية الجزئية المباشرة

Direct partial logic derivative for mss model

لتطبيق المشتقة الجزئية المنطقية المباشرة في تحليل المعولية للانظمة المتعددة الحالات نأخذ المشتقة الجزئية المنطقية المباشرة للدالة الهيكلية ولـ n من المتغيرات فهي تعكس حقيقة التغير للدالة الهيكلية من j الى k عندما تتغير قيمة المتغير x_i من a الى b ويرمز لها :

$$\frac{\partial \emptyset(j \rightarrow k)}{\partial xi(a \rightarrow b)} = \begin{cases} m-1, if: \emptyset(x_1,\ldots.x_{i-1},a,x_{i+1},\ldots x_n)=j \\ \emptyset(x_1,\ldots.,x_{i+1},\ldots.x_n)=k \\ 0, \quad o.w. \end{cases} \quad \text{.....(4)}$$

Where:-$k,j \in \{0,\ldots\ldots,m-1\}$ and $a,b \in \{0,1,\ldots\ldots,m_{i-1}\}$

(•) تدل على عملية المقارنة (التفضيل) [اي هي اما اكبر او اصغر]
وبتعبير اخر .

$$\frac{\partial \emptyset(j \to k)}{\partial xi(a \to b)} = \emptyset(x_1, \dots., x_{i-1}, a, x_{i+1}, \dots..x_n) \bullet (x_1, \dots., x_{i-1}, b, x_{i+1}, \dots..x_n)$$

اذن المشتقة الجزئية المنطقية المباشرة للدالة الهيكلية

$$\emptyset(x): \{0, \dots., m_{i-1}\} * \dots\dots\dots * \{0, \dots..m_{n-1}\} \to \{0, \dots\dots m-1\}$$

تسمح بدراسة تأثير تغير i–th من حالة المكونات على معولية النظام.

لاحتساب معولية النظام المتعدد الحالات ومكوناتهُ لثلاث انواع من الربط (التوالي، التوازي، 2–out–of–3) سوف نستخدم الخوارزمية التالية:-

1- **الخطوةالاولى**: نقوم بحساب قيمة الدالة الهيكلية $\emptyset(x)$ حسب خصائص النظام وطبيعة عمل هذا النظام.

2- **الخطوةالثانية**: حساب التغير في الدالة الهيكيليه $\frac{\partial \emptyset(1 \to 0)}{\partial x_i(1 \to 0)}$ اعتمادا على تغير حالة المكون اي ايجاد جدول العطل حيث نحسب $\{Gf/x_i\}$ (هي مجموعة حالات الفشل لكل مكون) ثم نحسب $\{Gf\}$ مجموعة حالات الفشل للنظام حيث $\{Gf\} = \{Gf/x_1\} \cup \{Gf/x_2\} \cup \{Gf/x_3\}$.

3- **الخطوةالثالثة**: حساب التغير في الدالة الهيكليه $\frac{\partial \emptyset(0 \to 1)}{\partial x_i(0 \to m_{i-1})}$ اي نقوم بأيجاد جدول التشغيل ويتم حساب $\{Gr/x_i\}$ (هي مجموعة حالات الاصلاح لكل مكون) وثم حساب $\{Gr\}$ مجموعة حالات الاصلاح للنظام.
حيث:- $\{Gr\} = \{Gr/x_1\} \cup \{Gr/x_2\} \cup \{Gr/x_3\}$.

4-**الخطوةالرابعة**: نحسب عددحالات الفشل $p_{(i)}{}^{1 \to 0}_{1 \to 0}$ وعدد حالات الاصلاح $p_{(i)}{}^{0 \to 1}_{0 \to m_{i-1}}$.

5-**الخطوةالخامسة**: نحسب الاحتمالية الهيكلية (i–th) من المكونات طبقا للمعادلتين:

$$p^*{}_{(i)}{}^{1 \to 0}_{1 \to 0} = \frac{p_{(i)}{}^{\text{عدد}\,1 \to 0}_{1 \to 0}}{m_1 * m_2 * \dots..* m_n} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(5)$$

$$P^*{}_{(i)}{}^{0 \to 1}_{0 \to m_{i-1}} = \frac{p_{(i)}{}^{0 \to 1}_{0 \to m_{i-1}}}{m_1 * m_2 * \dots..* m_n} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(6)$$

**بوجود جدول الاحتمالية لحالة كل مكون يعطى من قبل الخبير الفني(جدول رقم 4) وتعتمد اعطاء الاحتمالية على اهمية كل مكون من داخل النظام ومدى تأثير النظام بتلك المكونات كل حسب اهميته ويجب ان تكون الاحتمالية المعطاة لكل مكون مقيده بشروط الاحتماليه :

1- ان تكون المكونات مستقله.
2- ان تتراوح قيمتها بين 0 و1.
3- مجموع احتمالية المكونات يساوي (1).

6- **الخطوةالسادسة**:الان سوف نحسب CDRI (المعولية الديناميكية لكل مكون) بواسطة المعادلتين التاليتين:

$$p_{f(i)} = p^*{}_{(i)}{}^{1 \to 0}_{1 \to 0} \quad * \quad p_{1(i)} \dots\dots\dots (7)$$ احتمال فشل

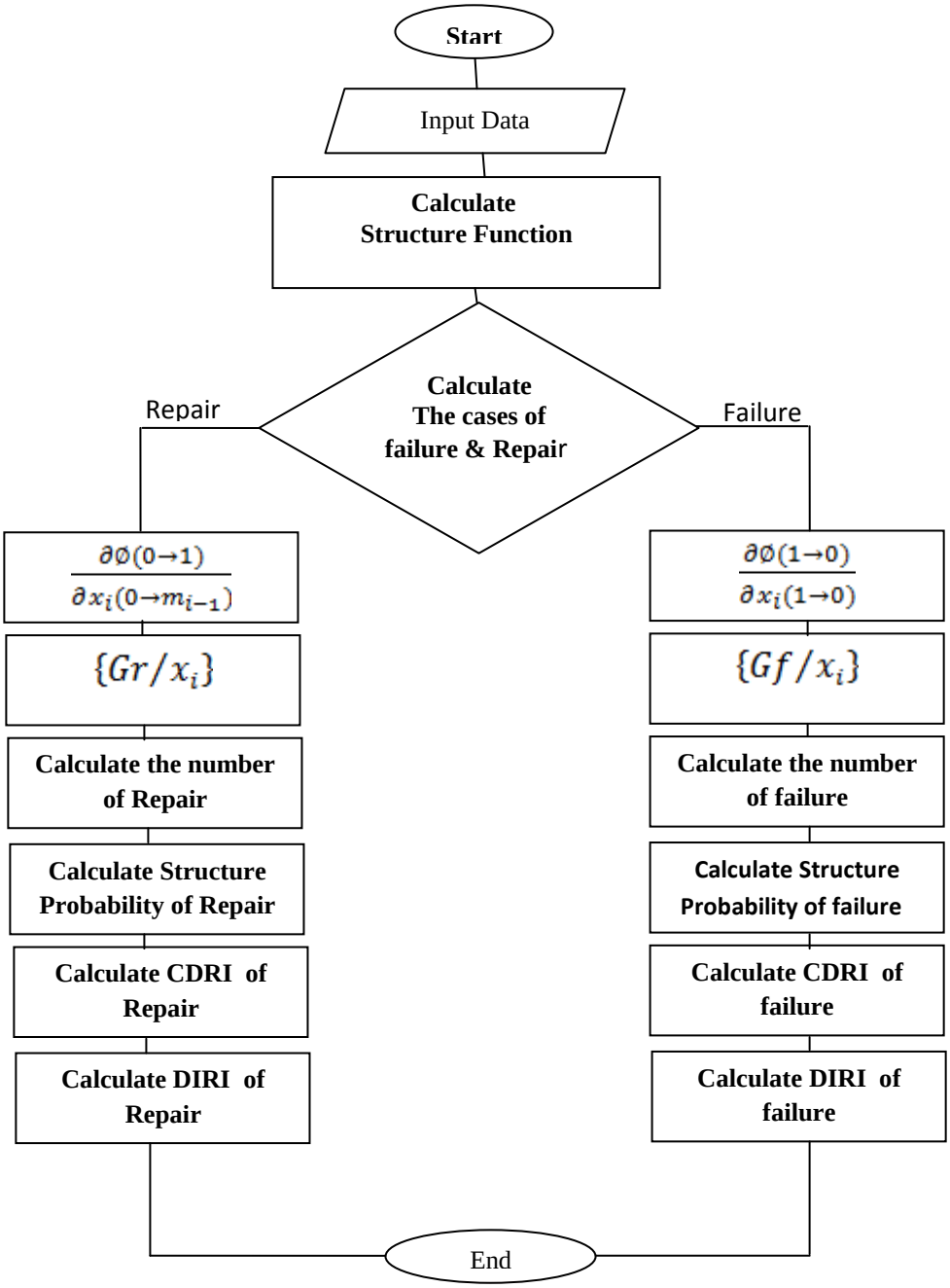
$$p_{r(i)} = p^{*}_{(i)} \begin{matrix} 0 \to 1 \\ 0 \to m_{i-1} \end{matrix} * p_{0^{(i)}} \dots\dots\dots (8)$$ احتمال الاصلاح

7-الخطوة السابعة: نجد اخيرا DIRI (المعولية الديناميكيةللنظام بالكامل) وحسب المعادلتين التاليتين:-

1- $$p_f = \sum_{i=1}^{n} p_{f(i)} * \prod_{\substack{q=1 \\ q\neq i}}^{n-1} (1-p_{f(q)}) \dots\dots\dots\dots (9)$$

2- $$p_r = \sum_{i=1}^{n} p_{r(i)} * \prod_{\substack{q=1 \\ q\neq i}}^{n-1} (1-p_{f(q)}) \dots\dots\dots\dots (10)$$

والمخطط التالي يوضح طريقة احتساب المعوليه الديناميكيه لكل مكون $p_{r(i)}, p_{f(i)}$ والمعوليه الديناميكيه للنظام p_r, p_f .



المخطط الانسيابي (Flow Chart)
للنظام المتعدد الحالات (MSS)

4- **الجانب التطبيقي**:

ولحساب معولية الفشل والتشغيل (الاصلاح) لنظام (2-out-of-3) المتعدد الحالات لتجربة حقيقيه طبقت على عينة من الراديوات اخذت هذه العينه من الشركة العامة للصناعات الالكترونيه وبحجم (35) مفردة ولثلاث مكونات (n=3) هي (x_1,x_2,x_3) حيث يمثل x_1 الـ (speaker) ويمثل x_2 الـ (Band tuning) ويمثل x_3 الـ (USB) ولكل مكون من هذه المكونات ثلاث مستويات من الاداء (m=3) حيث $x_1(0,1,2)$، $x_2(0,1,2)$، $x_3(0,1,2)$

حيث (0) يمثل الفشل التام.

(1) يمثل الاداء التام.

(2) يمثل الاداء الجزئي.

الداله الهيكليه:-

structure function

$$\emptyset(x) = \begin{cases} 0 & if \quad xi \ is \ failed \ systeam \quad state \\ S & if \quad xi \ is \ a functioing \ system \ state \end{cases}$$
$$S \in \{1, \ldots\ldots, M-1\} \ and \ X_i \in \{0, \ldots\ldots, m_{i-1}\}$$

جدول رقم (1) يبين حساب الداله الهيكليه لـ (2-out-of-3)(MSS)

no	X_1	X_2	X_3	Φ(x)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	1	0
7	0	2	0	0
8	0	2	0	0
9	0	1	0	0
10	0	1	0	0
11	0	0	2	0
12	1	1	2	2
13	1	0	1	1
14	1	0	1	1
15	1	0	1	1
16	1	1	1	1
17	1	2	0	1
18	1	0	1	1
19	1	0	1	1
20	1	2	1	2
21	1	1	0	1
22	1	1	0	1
23	1	1	2	2
24	1	0	1	1
25	1	1	0	1
26	1	0	1	1
27	1	0	0	0
28	1	0	2	1
29	2	2	1	2
30	2	2	2	2
31	2	1	0	1
32	2	1	1	2
33	2	1	1	2
34	2	1	1	2
35	2	0	0	0

في الجدول رقم (1) :- (0) يمثل عطل تام، (1) يمثل تشغيل تام، (2) تشغيل جزئي. ففي حالة كانت المركبات الثلاثه (x_1,x_2,x_3) او مركبتين بحالة عطل تام فأن قيمة الدالة الهيكليه تساوي (0) اما اذا كانت مركبتين بحالة تشغيل تام او جزئي او تكون الثلاث مركبات بحالة تشغيل تام فأن قيمة الداله الهيكليه تساوي (1) واذا كانت المركبات الثلاثه بحالة تشغيل تام وجزئي فأن قيمة الداله الهيكليه تساوي (2).

- **الخطوة الاولى**: حساب جدول العطل.

لحساب التغيير الحاصل على قيمة الداله الهيكليه في حالة عطل اي مركبه من المركبات الثلاثه نستخدم المعادله:- $\frac{\partial \emptyset(1\to0)}{\partial x_i(1\to0)}$

جدول رقم (2) جدول العطل

no	X_1	X_2	X_3	$\frac{\partial \emptyset(1\to0)}{\partial x_1(1\to0)}$	$\frac{\partial \emptyset(1\to0)}{\partial x_2(1\to0)}$	$\frac{\partial \emptyset(1\to0)}{\partial x_3(1\to0)}$
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0
7	0	2	0	0	0	0
8	0	2	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	0
11	0	0	2	0	0	0
12	1	1	2	0	0	0
13	1	0	1	2	0	2
14	1	0	1	2	0	2
15	1	0	1	2	0	2
16	1	1	1	0	0	0
17	1	2	0	2	2	0
18	1	0	1	2	0	2
19	1	0	1	2	0	2
20	1	2	1	0	0	0
21	1	1	0	2	2	0
22	1	1	0	2	2	0
23	1	1	2	0	0	0
24	1	0	1	2	0	2
25	1	1	0	2	2	0
26	1	0	1	2	0	2
27	1	0	0	0	0	0
28	1	0	2	2	0	0
29	2	2	1	0	0	0
30	2	2	2	0	0	0
31	2	1	0	0	2	0
32	2	1	1	0	0	0
33	2	1	1	0	0	0
34	2	1	1	0	0	0
35	2	0	0	0	0	0

في جدول العطل رقم (2) يحسب التغير في المشتقه المنطقيه الجزئيه المباشره $\frac{\partial \emptyset(1\to 0)}{\partial x_i(1\to 0)}$ على اساس مثلا $x_1=1$ عندما تتغير حالته ولمره واحدة فقط من الحاله (1) الى الحاله (0) فأن قيمة التغير في المشتقه سوف يساوي (2) وما عدا ذلك فأن قيمة التغير في المشتقه يساوي (0) وهكذا بالنسبة لـ x_3,x_2 .
ولحساب التغيير في المشتقه الجزئية المنطقيه المباشرة لتحليل فشل النظام من المعادلات التالية:

$$\frac{\partial \emptyset(1\to 0)}{\partial x_1(1\to 0)} = \begin{cases} m-1, \emptyset(1,x_2x_3)=1> \\ \emptyset(0,x_2x_3)=0 \end{cases}$$

$$\frac{\partial \emptyset(1\to 0)}{\partial x_2(1\to 0)} = \begin{cases} m-1, \emptyset(x_1,1,x_3)=1> \\ \emptyset(x_1,0,x_3)=0 \end{cases}$$

$$\frac{\partial \emptyset(1\to 0)}{\partial x_3(1\to 0)} = \begin{cases} m-1, \emptyset(x_1,x_2,1)=1> \\ \emptyset(x_1,x_2,0)=0 \end{cases}$$

حالات الفشل عندما $x_i=1$ هي:

a- عطل المركبه الاولى $(x_1=1)$

101,110,102,120

b- عطل المركبه الثانيه $(x_2=1)$

110,210

c- عطل المركبه الثالثه $(x_3=1)$

101

لقد تم الحصول على حالات الفشل لكل مركبه بالاعتماد على الجدول رقم (1) والعلاقات الثلاثه اعلاه.

- **الخطوه الثانيه**: حساب جدول التشغيل.

نستخدم المشتقه الجزئيه المنطقيه المباشره كما في جدول رقم (3)

جدول رقم (3) جدول التشغيل

No.	X1	X2	X3	$\frac{\partial \emptyset(0\to 1)}{\partial x_1(0\to 2)}$	$\frac{\partial \emptyset(0\to 1)}{\partial x_2(0\to 2)}$	$\frac{\partial \emptyset(0\to 1)}{\partial x_3(0\to 2)}$
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	2	2	0
7	0	2	0	2	0	2
8	0	2	0	2	0	2
9	0	1	0	2	0	2
10	0	1	0	2	0	2
11	0	0	2	2	2	0
12	1	1	2	0	0	0
13	1	0	1	0	0	0
14	1	0	1	0	0	0
15	1	0	1	0	0	0

16	1	1	1	0	0	0
17	1	2	0	0	0	0
18	1	0	1	0	0	0
19	1	0	1	0	0	0
20	1	2	1	0	0	0
21	1	1	0	0	0	0
22	1	1	0	0	0	0
23	1	1	2	0	0	0
24	1	0	1	0	0	0
25	1	1	0	0	0	0
26	1	0	1	0	0	0
27	1	0	0	0	2	2
28	1	0	2	0	0	0
29	2	2	1	0	0	0
30	2	2	2	0	0	0
31	2	1	0	0	0	0
32	2	1	1	0	0	0
33	2	1	1	0	0	0
34	2	1	1	0	0	0
35	2	0	0	0	2	2

في جدول التشغيل والاصلاح (3) تحسب قيمة التغير في المشتقه الجزئيه المنطقيه المباشره بالنسبة للمتغير x_1 اذا تم الانتقال من الحاله(0) الى الحاله (1) او (2) ولمره واحده فقط عندها تكون قيمة المشتقه يساوي (2) وماعدا ذلك يكون قيمة التغير في المشتقه يساوي (0) وبنفس الطريقه يحسب للمركبتين x_2, x_3.
لحساب حالات التشغيل والاصلاح لكل مركبه عندما $x_i=0$ كالآتي:-

$$\frac{\partial \emptyset(0\to1)}{\partial x_1(0\to2)} = \emptyset(0,x_2,x_3) = 0 < \emptyset(1,x_2,x_3) = 1$$
$$\frac{\partial \emptyset(0\to1)}{\partial x_2(0\to2)} = \emptyset(x_1,0,x_3) = 0 < \emptyset(x_1,1,x_3) = 1$$
$$\frac{\partial \emptyset(0\to1)}{\partial x_3(0\to2)} = \emptyset(x_1,x_2,0) = 0 < \emptyset(x_1,x_2,1) = 1$$

سوف تكون حالات الاصلاح عندهاهي:-

a- في حالة اصلاح المركبة الاولى $(x_1=0)$

001,020,010,002

b- في حالة اصلاح المركبة الثانية $(x_2=0)$

001,002,100,200

c- في حالةاصلاح المركبة الثالثة $(x_3=0)$

020,010,100,200

لقد تم الحصول على حالات الاصلاح لكل مركبه بالاعتماد على الجدول رقم (1) وعلى العلاقات الثلاثه السابقه:

- **الخطوة الثالثة:** وحسب الخوارزمية سوف نحسب $\{Gf|x_i\}$ وبالاعتماد على جدول العطل.

1- $\{Gf|x_1\} = \{101,110,102,120\}$

2- $\{Gf|x_2\} = \{110,210\}$

3- $\{Gf|x_3\} = \{101\}$

$\therefore \{Gf\} = \{101,102,110,210,120\}$

وبنفس الطريقة نحسب $\{Gr|x_i\}$ بالاعتماد على جدول التشغيل.

1- $\{Gr|x_1\} = \{001,020,010,002\}$

2- $\{Gr|x_2\} = \{002,001,100,200\}$

3- $\{Gr|x_3\} = \{020,010,100,200\}$

$\therefore \{Gr\} = \{001,002,010,020,100,200\}$

- **الخطوة الرابعة**: نقوم بحساب عدد $P_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to 0}$ وعدد $P_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to m_{i-1}}$

$$1)\text{P}^{\text{عدد}}{}_{(1)}{}^{1\to 0}_{1\to 0} = 4 \quad , \quad P_{(2)}{}^{0\to 1}_{0\to 1} = 2 \quad , \quad P_{(3)}{}^{0\to 1}_{0\to 1} = 1$$

$$2)P_{(1)}{}^{0\to 1}_{0\to 2} = 4 \quad , \quad P_{(2)}{}^{0\to 1}_{0\to 2} = 4 \quad , \quad P_{(3)}{}^{0\to 1}_{0\to 2} = 4$$

- **الخطوة الخامسة**: نحسب الاحتماليةالهيكلية لـ i–th من المكونات بالاعتماد على للمعادلتين التاليتين:

$$1- P^{*\text{احتمال}}{}_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to 0} = \frac{P_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to 0}}{m_1 * m_2 * \ldots\ldots * m_n}$$

$$2- P^{*}{}_{(i)}{}^{0\to 1}_{0\to m_{i-1}} = \frac{P_{(i)}{}^{0\to 1}_{0\to m_{i-1}}}{m_1 * m_2 * \ldots\ldots * m_n}$$

نطبق المعادلتين اعلاه كما يلي :-

$$1 - \text{P}^{*}{}_{(1)}{}^{1\to 0}_{1\to 0} = \frac{4}{27} = 0.148 \quad , \quad P^{*}{}_{(2)}{}^{1\to 0}_{1\to 0} = 0.074 \quad , \quad P^{*}{}_{(3)}{}^{1\to 0}_{1\to 0} = 0.037$$

$$2 - P^{*}{}_{(1)}{}^{0\to 1}_{0\to 2} = \frac{4}{27} = 0.148 \quad , \quad P^{*}{}_{(2)}{}^{0\to 1}_{0\to 2} = 0.148 \quad , \quad P^{*}{}_{(3)}{}^{0\to 1}_{0\to 2} = 0.148$$

** جدول رقم(4) القيم الاحتمالية لحالة المكونات معطى من قبل الخبير الفني في المصنع :

component	Component state probability for Mss		
	0	1	2
X_1	0.1	0.6	0.3
X_2	0.4	0.5	0.1
X_3	0.2	0.2	0.6

- **الخطوة السادسة:** نحسب CDRI حسب المعادلتين:

$$1-\ p_{f(i)} = p^*{}_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to 0} \quad * \quad p_{1^{(i)}}$$

$$2-\ p_{r(i)} = p^*{}_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to m_{i-1}} \quad * \quad p_{0^{(i)}}$$

$$\therefore 1-\ P_{f(1)} = (0.148)(0.6) = 0.089 \ , \ P_{f(2)} = (0.074)(0.5) = 0.037 \ , \ P_{f(3)} = (0.037)(0.2) = 0.007$$

$$\therefore 2-\ P_{r(1)} = (0.148)(0.3) = 0.044 \ , \ P_{r(2)} = (0.148)(0.1) = 0.015 \ , \ P_{r(3)} = (0\cdot 148)(0.6) = 0.089$$

- **الخطوة السابعة**: الآن نحسب (DIRI) للنظام المتعددالحالات، حيث نقوم بتقدير فشل اواصلاح النظام بأكمله بالاعتماد على المعادلتين:

$$1-p_f = \sum_{i=1}^{n} p_{f(i)} \quad * \quad \prod_{q-1,q\neq i}^{n}(1-p_{f(q)})$$

$$2-p_r = \sum_{i=1}^{n} p_{r(i)} \quad * \quad \prod_{q-1,q\neq i}^{n}(1-p_{r(q)})$$

1- **نحسب احتمال فشل النظام بتطبيق المعادلة الاولى**:-

$p_{f(1)} * [(1-p_{f(2)})][(1-p_{f(3)})]$

(0.089)(1−0.037)(1−0.007)

(0.089)(0.963)(0.993)=**0.085**

$p_{f(2)} * [(1-p_{f(1)})][(1-p_{f(3)})]$

(0.037)(0.911)(0.993)=**0.033**

$p_{f(3)} * [(1-p_{f(1)})][(1-p_{f(2)})]$

(0.007)(0.911)(0.963)=**0.006**

P_f=0.085+0.033+0.006=0.125 احتمال فشل النظام

2- **نحسب احتمال اصلاح النظام بتطبيق المعادلة الثانيه**:-

$$p_{r(1)} * [(1-p_{r(2)})][(1-p_{r(3)})]$$

$$(0.044)[1-0.015][1-0.089]$$

$$(0.044)(0.985)(0.911)=0.039$$

$$p_{r(2)} * [(1-p_{r(1)})][(1-p_{r(3)})]$$

$$(0.015)(0.956)(0.911)=0.013$$

$$p_{r(3)} * [(1-p_{r(1)})][(1-p_{r(2)})]$$

$$(0.089)(0.985)(0.956)=0.084$$

احتمال اصلاح النظام $P_r=0.039+0.013+0.084=0.136$

جدول رقم(5) حساب (CDRI) للنظام (2-out-of-3)

Comp	$p_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to 0}$	$p_{(i)}{}^{0\to 1}_{0\to m_{i-1}}$	$p^{*}{}_{(i)}{}^{1\to 0}_{1\to 0}$	$p^{*}{}_{(i)}{}^{0\to 1}_{0\to m_i}$	$p_{f(i)}$	$p_{r(i)}$	P_f	P_r
X_1	4	4	0.0148	0.148	0.089	0.044	0.125	0.136
X_2	2	4	0.074	0.148	0.037	0.015		
X_3	1	4	0.037	0.148	0.007	0.089		

- **الخطوة الثامنة**: التحليل

- نلاحظ ان احتمال عطل المتغير x_1 ($P_{f(1)}=0.089$) يؤدي الى اعلى احتمال لفشل النظام ، بينما نلاحظ ان احتمال عطل المكون الثالث ($P_{f(3)}=0.007$) هو الاقل تأثير على فشل النظام.
- نلاحظ ان افضل مكون يتم اصلاحه او استبداله لاصلاح النظام هو استبدال المكون الثالث ($P_{r(3)}=0.089$) لانه يمتلك اعلى احتمال من بين المكونات لاصلاحه او استبداله.

5-الاستنتاجات والتوصيات

(5-1) **الاستنتاجات** :-

في هذا البحث يمكن اجمال الاستنتاجات بمايلي:

1- قدمنا مقياس جديد لمعولية الانظمة المتعددة الحالة الذي يحسب بواسطة الدالة الهيكلية للأنظمة المتعددة الحالات.

2- يسمح هذا النموذج لتوفر مستويات اخرى (ليس مستويين فقط) على النقيض من النظام الثنائي. نموذج النظام المتعدد الحالات يتم تحسينهُ لنظام لديه عدد مختلف من الحالات المنفصلة عن بعضها سواء للنظام ولكل مكون من المكونات هذا المقياس الذي يدعى (DRI) يتضمن احتمالات لتغييرات في حالة النظام التي يتم تعينها اعتماداً على تغيرات حالة المكون.

3-يقوم الاسلوب الجديد في احتساب المعولية للأنظمة في حالة تغيرين للنظام هما فشل النظام واصلاح النظام.

4- من خلال النتائج التي حصلنا عليها في التجربة التطبيقية سوف نوصي الشركة العامة للصناعات الالكترونية باصلاح او استبدال المركبة x_3 (UBS) في حال عطله لان هذا المكون يحمل اعلى احتمال في حالة اصلاحه او استبداله سوف تتم معالجة النظام واعادة عمله وملاحظة عمل المكون الاول (Speaker) والعمل على مراعاة عدم عطله لانه في حالة عطله سوف يؤدي الى عطل النظام لانه يحمل اعلى احتمال فشل.

(5-2)**التوصيات والدراسات المستقبلية**:-

1-يوصي الباحثان بأن يعتمد اسلوب الدالة الهيكلية للأنظمة متعددة الحالة في الشركة العامة للصناعات الالكترونية لانها يمكن ان تقيس معولية المركبة والنظام والمفاضلة بين ابدال او تصليح المركبة.

2-الاسلوب المقترح (اسلوب الدالة الهيكليه للأنظمة المتعددة الحالة) لتحليل المعولية للنظام المتعدد الحالات يمكن ان يستخدم ايضاً لتقدير تغييرات اخرى في حالة النظام.

3-ان المجال الناشيء موخرا عند تقاطع المعولية الثنائية الكلاسيكية وتحليل الاداء كتخصص جديد نسبيا فأنه لايزال لديه الكثير من الامور لانجاز ويمكن صياغة اتجاهات عديدة لمزيد من البحث منها احتساب دالة المعولية بأستخدام طريقة المحاكاة لمونت كارلو وطريقة عمليات ماركوف وطريقه الداله المولده الشامله.

4- محاولة الربط بين طريقة المشتقة الجزئية والطرق المعلمية من خلال ايجاد الدالة المناسبة لمثل هكذا حالات .

6- المصادر REFRENCES

1-LISMIANSKI, A.-LEVITIN, G.: Multi-state system reliability. Assessment, Optimization and Applications. World Scientific(2003).

2-HUNG, J.-ZUO, M. J.: Multi-State k-out-of-n System and its Applications, Proc Int Symp. On Annual Reliability and Maintainability. (2000), 264-268.

3-XUE, J.-YANG,. K.: Dynamic Reliability Analysis of Coherent Multistate Systems, IEE Trinsactions on Reliability 44 No. 4 (1995), 683-688.

4-BOEDIGHEIMER, R.-KAPUR, K.: Customer-Driven Reliability Models for Multistate Coherent Systems, IEEE Transactions on Reliability 43 No. 1 (1994), 46-50.

5-ZAITSEV A, E.-LEV ASHENKO, V.: New Reliability Indices for Multi-State System,, Proc 15th IEEE European Conf on Circuit Theory and Design (2001), 345-349.

6-ZAITSEV A, E.-LEV ASHENKO, V.: Design of Dynamic Reliability Indices,, Proc IEEE 32th Int Symp on Multiple-Valued Logic (2002), 144-148.

7-ZAITSEV A, E.-LEV ASHENKO, V.: New Dynamic Reliability Indices for Multi-State System, Proc 3rd Int Conf on Mathematical Methods in Reliability: Methodology and Practice (2002), 678-690.

8-USHAKOV , I. (ed): Handbook of Reliability Engineering, Wiley, New York, (1994).

9-HUANG, J.-ZUO, M. J.: Generalized Malti-State k-out-of-n:G System, IEEE Transactions on Reliability 49 No. 1 (2000), 105-111.

10-ZAITSEV A, E.: Dyanmic Reliability Indices for Multi-State System,, Journal of Dynamic System & Geometric Theories 1 No. 2 (2003), 213-222.

11-ELENA, Z.-VITALY, L.: Reliability Analysis of Dynamic Behavior of Multi-State System (2005), 1335-3632.

12- ELENA, Z.-VITALY, L.: Dyanmic Reliability Indices for Parallel, Series and k-out-of-n Multi-State System (2006), 1-4244-0008.

13- ELENA, Z.-VITALY, L.: Depending on Different Levels of System Functioning (2008), 1-4244-1543-8.

Estimation the reliability function of multi state system by using Direct Partial Logic Derivative

Abstract:

In this research is estimated the function of reliability dynamic of multi state systems and their compounds and for three types of systems (serial, parallel, 2-out-of-3) and about two states (Failure and repair) depending on calculating the structur function allow to describing the behavior of the reliability of the system depending on the efficiency of its components. And the researcher estimates the dynamic reliability indicators which in turn describes changes in the reliability of multi state system caused by changes in the efficiency of the components system. These indicators were estimated by Direct Partial Logic derivative

Sampeles:-

(MSS): Multi-state system
(MSSRF) : Reliability function of Multi-state system
Φ(x): Structure function
(SFOMSS): Structure function of Multi-state system
(DRI): Dynamic Reliability Indices
{Gf/Xi}:set of failure states for each compmnent
{Gr/Xi}: set of repair states for each compmnent
(CDRI): Dynamic reliability for each component
(DIRI): Dynamic reliability for complete system