تحليل بنية ميكانيزمات آليات صيانة الخطوط الحديدية

مقدمة

عند إعادة النظر في عمل الميكانيزمات و الآليات المختلفة يكمن الاهتمام بشكل أساسي على ما تقوم به الازدواجات المعقدة[1]، مثال ذلك المحور على ارتكازين، وبهدف زيادة التثبيت و القدرة على العمل للقوى في عقد الميكانيزمات يتم إدخال حدود إضافية عند تشكيل الازدواجات المعقدة و استخدام السلاسل الحركية الإضافية و التي تتضمن علاقات ارتباطية زائدة محلية تُظهرها الارتباطات الزائدة في الميكانيزم، وقبل كل شي يتوجب إجراء تحليل حركي، ومعرفة الحالة الحركية للازدواجات، و السرعات للحد القائد، فقد يكون تنفيذ الميكانيزم ممكنا" بدون إضافة حدود جديدة، ويتم إدخال هذه الحدود لإضافة علاقات ارتباطيةاضافية[1,2].

لقد تمت معالجة تحليل بنية ميكانيزمات آليات صيانة الخطوط الحديدية من قبل باحثين مختلفين[1,2,3,4,18]، و تم الوصول إلى نتائج في حينها، ولكن لم يتم تحديد بنك المعلومات الواضح عن هذه الميكانيزمات بحيث يُمكن المصممين من إعادة تطوير هذه الميكانيزمات بما يخدم عملية صيانة الخطوط و إجراء الصيانة لهذه الآليات بسهولة. لذلك تعتبر مسألة بناء الميكانيزمات من أهم الأمور التصميمية في الآليات و من أصعبها، مما يتطلب إجراء تحليل دقيق، وإعطاء معلومات واضحة عن هذا البناء حتى نصل في النهاية للدخول في عملية تصميم الآلة.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى تحليل بنية ميكانيزمات آليات صيانة الخطوط الحديدية، وتطبيق ذلك على ميكانيزم آليات غربلة و تنظيف البحص، و آلية تسوية الخطوط الحديدية، و العربات ثنائية الأقطاب، وذلك لوضع منهجية لإعادة تطويرها، و إجراء حساباتها.

[1] - يقصد بالازدواجيات المعقدة تلك التي تربط أكثر من حدين مع بعضهما

المناقشة:

لدراسة بناء الميكانيزمات، وتحليل تركيبها يتم عادة تحديد عدد حدود الميكانيزمn، وشكل وعدد الازدواجات الحركيةJ_i ، وفصيلتها[٢](أسرتها)N، ومعيار تقييد الحركة M، وكمية الارتباطات الزائدة b_k إضافة لذلك لأجل الميكانيزمات التي تملك عدد كبير من الحدود يتطلب تحديد بداية الميكانيزم(الحد القائد)، والمستخدم لإنشاء ميكانيزم كثير الحدود، ولذلك لابد لنا من التعريف ببعض المصطلحات المتعلقة بتصنيف ميكانيزمات آليات صيانة الخطوط الحديدية، ومن أهمها:

١- الحدود المتحركة: هي تلك الحدود التي تتحرك كقطعة واحدة عند القيام بعملها لتحقيق الإزاحة نسبة إلى حد آخر.

٢- الحدود الثابتة: هي التي لا تقوم بأي حركة، وهي تكون حد واحداً في الميكانيزم، وقد توصل إليه حدود كثيرة من الميكانيزم، ويطلق عليه أحياناً اسم الإطار أو الحد المرجعي الذي تنسب إليه الحركة لذلك يكون عدد الحدود المتحركة مساوياً $n-1$.

٣- الازدواجات الحركية: حيث تقسم إلى مجموعة من الأصناف، والتي بدورها تلعب دوراً في تحديد نوعية الميكانيزمات، ويبين الجدول(١) تصنيف لهذه الازدواجات، وهي النقاط المشتركة، أو الخط، أو السطح الذي يؤمن الاتصال ونقل الحركة للحدود المرتبطة به، ويمكن أن تكون هذه الازدواجات دورانيةR، أو انسحابيةP[٣] أو لولبية H [5,6,19].

٤- الميكانيزم القائد(حد البداية في إنشاء الميكانيزم) هو عبارة عن حدين بسيطين من الميكانيزم المكون من عدد كبير من الحدود المتحركة و التي تتصل مع الحد الثابت.

٥- تصنف الازدواجات الحركية بسطوح بأنها منخفضة، أما في حالة كانت نقطة أو مستقيم بأنها عالية وكلا النوعين يملك محاسن ونواقص.

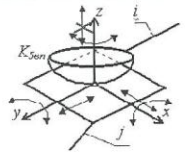
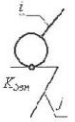
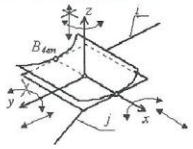
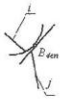
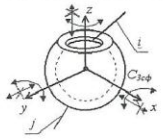
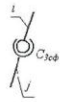
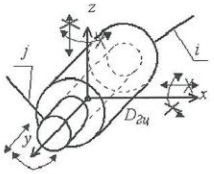
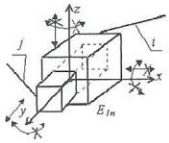
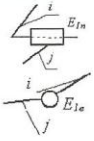
٦-ZM يعبر هذا الرمز عن حد واحد بدون ازدواجات حركية داخلية عند استخدام ازدواجات حركية بدرجة طلاقة مساوية للواحد، وتملك ازدواجين حركيين خارجين.

---

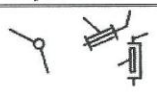
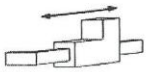
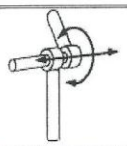
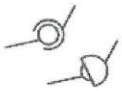
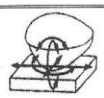
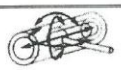
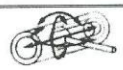
[٢] - فصيلتها(أسرتها)Nيقصد بها عدد درجات الحرية المسموحة لحدودها في حالة عدم الوصل فمثلاN=3 للآليات المستوية و يمكن أن تكونN=2، فيكون تقييد الحد قد زاد ، ويمكن أن تكونN=6، وهذا يكون في الفراغ.

[٣] الانسحابية تتضمن الازدواجات الانزلاقية و التدحرجية.

جدول(١) يبين تصنيف الازدواجات

صنف الازدواج	عدد الارتباطات	عدد درجات الطلاقة	الرسم الفراغي(الشكل النموذجي)	الشكل الرمزي
I	1	5		
II	2	4		
III	3	3		
IV	4	2		
V	5	1		

تابع للجدول(١) تصنيف الازدواجات

صنف الازدواج	عدد درجات الطلاقة	عدد شروط الارتباط	الرمز	الشكل النموذجي	الشكل الرمزي
V	1	5	R		
V	1	5	P		
V	1	5	H		
IV	2	4	C		
III	3	3	S		
I	5	1	SP		
II	4	2	BC		

٧- ZD يعبر هذا الرمز عن وجود حدين مع ازدواج حركي داخلي واحد، وعند استخدام ازدواج حركي وحيد درجة الطلاقة يملك ازدواجين حركيين داخلين واحد لكل حد.

٨- السلاسل الصفرية عالية الصنف تملك في مكوناتها حلقات مغلقة بأشكال مختلفة[٤]، و الحقات المغلقة مع ازدواجات حركية ثلاثية(حلقات مغلقة ثلاثية و حد قاعدي) تعطي وصفاً لأجل السلاسل الصفرية من الصنف الثالث وهكذا بالنسبة للرباعية والخماسية وغيرها....

ينتشر بشكل واسع استخدام ZD، ZM ليتم إنشاء الميكانيزمات الكبيرة(السلاسل الصفرية). قد يكون اعتماد السلاسل الصفرية العالية التعقيد و غيرها(التشكيلات الحركية) يسمح بتأسيس ميكانيزمات أصلية جديدة(نسخة جديدة) فريدة(لا نظير لها) بخصائصها، وأحيانا" قد يحوي هذا الاستخدام لمثل هذا التشكيل للميكانيزمات خصائص صعبة التوقع، أو غير معلومة لخصائص الميكانيزمات المتعددة الحدود.

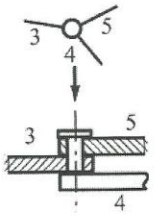
لابد من الإشارة إلى السؤال المطروح حول بناء الميكانيزمات المعقدة والهامة ومجموعة من الحالات قد لا تكون معالجة حتى الآن، وبالأخص الحالات المنسوبة لميكانيزمات متغيرة البناء، والتي تملك حلقات مغلقة كثيرة لتكوين الميكانيزم مع حدود مختلفة الشكل.

عند تجميع الحدود لتشكيل الميكانيزم يتطلب تحديد الشكل الهندسي لها لأجل تأمين الحركة النسبية المطلوبة، وهذا الشكل تحدده عناصر الازدواجات الحركية، وفي الميكانيزمات المستوية تستخدم الازدواجات J_1, J_2 تملك درجة طلاقة واحد ودرجتي طلاقة على الترتيب، وفي الميكانيزمات الفراغية توجد ازدواجات أخرى J_3, J_4, J_5 تملك ثلاث و اربع وخمس درجات طلاقة، وغالباً ما يكون عدد الازدواجات التي تنتج من ربط عدد من الحدود بنقطة واحدة أصغر من عدد الحدود بمقدار واحد[٥] $j^* = n^* - 1$ ، و الشكل(١) يوضح ذلك[5,6,19].

---

[٤] - الحلقات المغلقة تكون مع ازدواجات حركية ثلاثية (تعني ثلاثة حدود وحد قاعدي)

[٥] -حيث أن: n^*- عدد الحدود المرتبطة في نقطة واحدة، j^*- عدد الازدواجات المتشكلة في تلك النقطة



الشكل(١) يبين عدد الازدواجات المتشكلة من اتصال ثلاث حدود في نقطة واحدة$j^* = n^* - 1 = 3 - 1 = 2$

أسس و مبادئ إجراء تحليل بنية آليات صيانة الخطوط الحديدية

لإجراء تحليل بنية آليات صيانة الخطوط الحديدية سوف نعتمد المبدأ العام لشكل الميكانيزمات، والذي يقوم على اعتبار أن معيار تقيد الحركة يكون مساوياً للواحد $M = 1$، واعتبار أن عدد حدودها مساوياً n ، ويمكن أن تأخذ هذه الحدود أشكالاً مختلفة بالنسبة للآليات المستوية، أما بالنسبة للسلاسل الصفرية[٦] تكون $M = 0$ لذلك عند استخدام ازدواجات حركية من ذات الصنف يكون لدينا[5,18,19]:

$$M = 3(n - J - 1) + \sum_{i=1}^{J} f_i = 0 = 3n - 3J - 3 + J \Longrightarrow$$
$$J = \frac{3}{2}(n-1), n = \frac{2}{3}J + 1 \qquad (1)$$

وهذا يتحقق عندما $n > 2, J > 3$

السلاسل الأكثر صعوبة من ZD و السلاسل الصفرية تلك السلاسل المكونة من أربع حدود بد ون اعتبار الحد المرجعي وست ازدواجات حركية أي6=n=4,J وبالتالي ينتج سلسلة صفرية كما تبين علاقة معيار تقيد الحركة التالية:

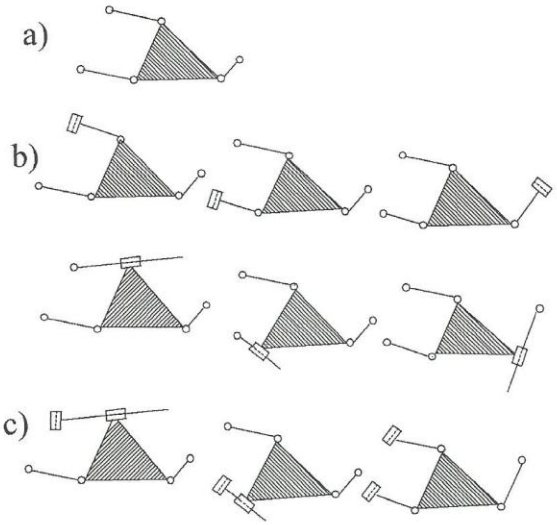
$$M = \quad 3(n - J - 1) + \sum_{i=1}^{J} f_i = 3(4 - 6) + 6 = 0$$

باعتبار جزء من الازدواجات الحركيةJ' تُنفذ داخلياً حيث يُوصل كل حد مع الحد الآخر، أما الجزء الآخر من الازدواجات$J'' = J_1 - J'$ تُنفذ خارجياً الوصل للحدود، و عناصر الازدواجات الحركية لرباعية الحدود الصفرية تُربط مع الوصلة القائدة، وبالتالي يتشكل لدينا ميكانيزم كثير الحدود من الصنف الثالث، و المتعارف عليه، والموصف

[٦] - المقصود بالسلاسل الصفرية تلك السلاسل التي تملك معيار تقيد الحركة مساوية للصفر$M = 0$

بشكل واسع هو رباعية القضبان بثلاثة حدود دورانية، و بحد أساسي واحد له ثلاثة ازدواجات، و تصنف ازدواجات هذه الرباعية إلى ازدواجات حركية داخلية موصلة إلى الحد القاعدي من خلال ثلاثة حدود تقوم بالوصل بازدواجات حركية خارجية كما هو مبين على الشكل(٢)، و هذا الشكل يعطي وصفاً لرباعية القضبان الصفرية من الصنف الثالث، والصف الثالث مع مختلف الازدواجات الدورانية و الانزلاقية ويرمز للازدواجات الدورانية بالرمز R و الانزلاقية بالرمز P و بالتالي يكون مجموع الازدواجات معطى بالعلاقة التالية:

$$J_1 = J' + J'' = R + P \qquad (2)$$



الشكل(٢) يبين الأشكال المختلفة لرباعية القضبان الصفرية

من الجبر الرياضي يمكن تحديد عدد احتمالات بناء الميكانيزمات باستخدام R ازدواج دوراني و p ازدواج انزلاقي بالعلاقة التالية(3)[7]:

$$k = \frac{J_1!}{P!.R!} \qquad (3)$$

فمثلاً في حالة كانت الازدواجات$J_1 = 6, \mathrm{R} = 6, \mathrm{P} = 0$ أي جميع الازدواجات دورانية ، يكون احتمال إنشاء الميكانيزم مساوياً كما في العلاقة(3)مايلي:

$$k = \frac{J_1!}{P!\,.R!} = \frac{6!}{6!.0!} = \frac{720}{720.1} = 1$$

وهذا الخيار مبين على الشكل(1a) وفي حالة $J_1 = 6, \mathrm{R} = 5, \mathrm{P} = 1$ يكون عدد الخيارات كما يلي:

$$k = \frac{J_1!}{P!\,.R!} = \frac{6!}{5!.1!} = 6$$

الجدول(٢)، والشكل(2b) يبين هذه الخيارات، و الجدول(٣) يبين تغير الأشكال مع تغير عدد الازدواجات من كل نوع.

الجدول(٢) يبين خيارات إنشاء ميكانيزم في حالة خمسة ازدواجات دورانية و ازدواج انزلاقي لرباعية الحدود الصفرية من الصنف الثالث و الصف الثالث

الخيار	نـــــــوع الازدواج الـــحـــــــركـــــــــــي					
1	P	R	R	R	R	R
2	R	P	R	R	R	R
3	R	R	P	R	R	R
4	R	R	R	P	R	R
5	R	R	R	R	P	R
6	R	R	R	R	R	P

عندما يكون $J_1 = 6, \mathrm{R} = 4, \mathrm{P} = 2$ يكون عدد الخيارات كما يلي:

$$k = \frac{J_1!}{P!\,.R!} = \frac{6!}{4!.2!} = 15$$

يبين الجدول(٤) والشكل(2c) هذه الخيارات، والاحتمالات الممكنة لإنشاء ميكانيزم رباعية القضبان الصفرية.

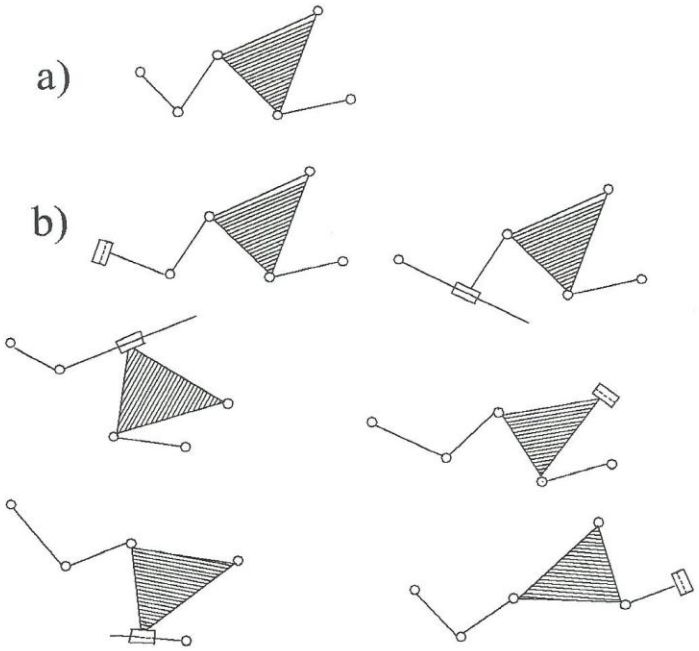
باعتقادنا أنه من الممكن وجود نموذج آخر لرباعيـــة القضبان الصفرية من الصف III ، و الصنف III مع حد واحد أساسي، وذلك عندما تكون هناك وصلتين متتاليتين. في هذه الحالة تتوضع الازدواجات الحركية على النهايات لهذا النموذج من رباعية القضبان الصفرية، وهذا ما تم توضيحه من خلال الشكل(٣).

الجدول(٣) يبين خيارات إنشاء ميكانيزم في حالة خمسة ازدواجات انزلاقية و ازدواج دورانية واحد لرباعية الحدود الصفرية من الصنف الثالث و الصف الثالث

الخيار	نـــــــوع الازدواج الـــحـــــركـــــــــــي					
1	R	P	P	P	P	P
2	P	R	P	P	P	P
3	P	P	R	P	P	P
4	P	P	P	R	P	P
5	P	P	P	P	R	P
6	P	P	P	P	P	R

الجدول(٤) يبين خيارات إنشاء ميكانيزم في حالة ازدواجين انزلاقين وأربعة ازدواجات دورانية لرباعية الحدود الصفرية من الصنف الثالث و الصف الثالث

الخيار	نـــــــوع الازدواج الـــحـــــركـــــــــــي					
1	P	P	R	P	R	R
2	P	R	P	P	R	R
3	P	R	R	P	R	R
4	P	R	R	R	P	R
5	P	R	R	P	R	P
6	R	P	P	P	R	R
7	R	P	R	R	R	R
8	R	P	R	R	P	R
9	R	P	R	R	R	P
10	R	R	P	P	R	R
11	R	R	P	R	P	R
12	R	R	P	R	R	P
13	R	R	R	P	P	R
14	R	R	R	P	R	P
15	R	R	R	R	P	P

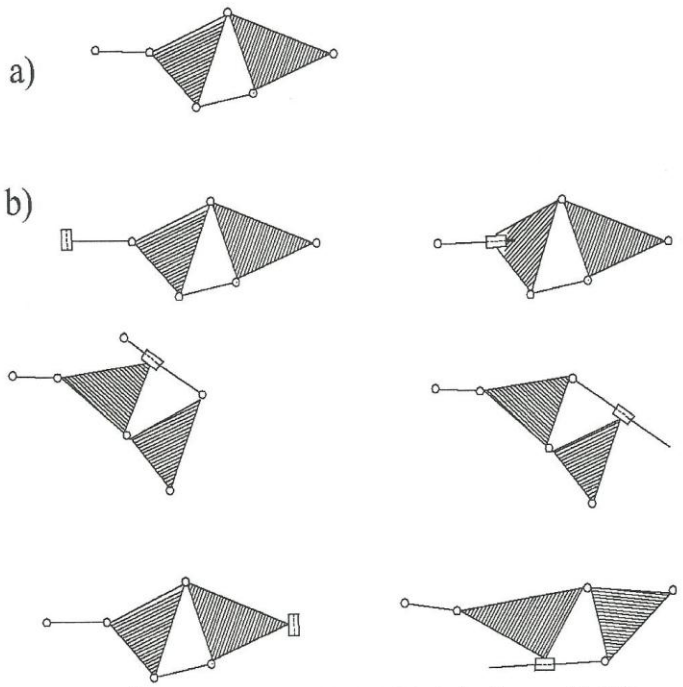


الشكل(٣) يبين نماذج لرباعية القضبان الصفرية مع حد واحد أساسي و ازدواجين حركيين مُتوضعين على نهاية الوصلتين

سوف نعتبر حالياً وفيما يلي من الدراسة أن صنف السلاسل المكونة بواسطة ميكانيزم يحدد ليس فقط من خلال الوصلات، وإنما من خلال الازدواجات الحركية الخارجية.

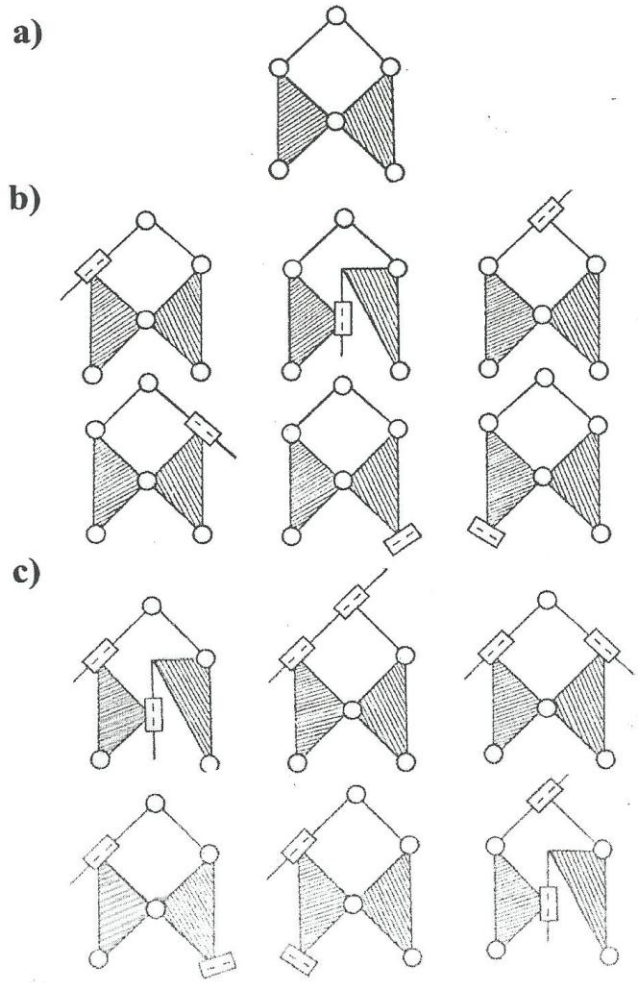
هناك أيضاً نموذج آخر مختلف لرباعية القضبان الصفرية مع بعض الاختلافات بوجود ثلاثة حدود أساسية، و وصلة واحدة كما هو مبين على الشكل(٤) حيث تكون الأجزاء المتغيرة موجودة من خلال علاقات الإنشاء، وهي القسم الفعال لـــZD(الصف الثاني و الصنف الثاني الشكل(a٤))عند تنفيذ خاص لوصلة التوجيه (القيادة)، و الخط

المنحني للمنزلقة مع تحديد نصف قطر الانحناء، يعتبر ذلك نموذجا" لرباعية القضبان الصفرية من الصفIII و الصنفII، وهذا مبين على الشكل(b٤)، وبالطبع هذا الجزء المحتمل ليس واقعياً، أو منطقياً.



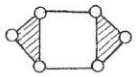
الشكل(٤) يبين نماذج لرباعية القضبان الصفرية مع ثلاث حدود أساسية و مع وصلة واحدة

يمكن أن تنفذ رباعية القضبان الصفرية باعتقادنا من الصفIV و الصنفII مع وجود حدين أساسين، و وصلتين اثنتين(الجزء المتغير في هذا النموذج مبين على الأشكال(٥)، (٦)) في هذه الحالة يملك النموذج أربع ازدواجات داخلية، و اثنين خارجية.

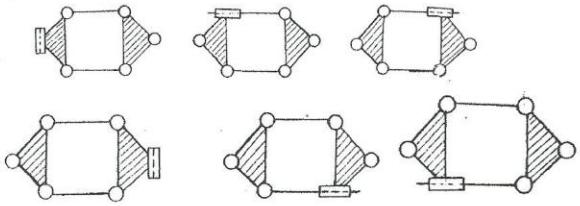


الشكل (٥) يبين نماذج مختلفة لرباعية القضبان الصفرية من الصفIV و الصنفII

a)



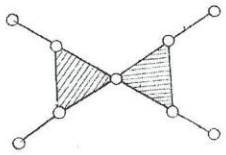
b)



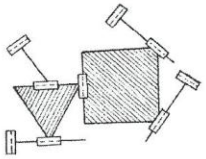
الشكل(٦) يبين نماذج لرباعية القضبان الصفرية من الصفIV و الصنفII

النماذج الأكثر تعقيداً في السلاسل الصفرية تلك السلاسل المكونة من ست حدود مع تسعة ازدواجات حركية مقيدة بحركة واحدة[٧]، تلك السداسية الصفرية يمكن أن تنفذ من الصفوفIIIوIV مع أصناف مختلفة، حيث ثلاثة من المتغيرات للسداسية الصفرية من الصفIIIو الصنفIV مبينة على الشكل(٧)، و أيضاً أشكال مختلفة لـــ سداسية صفرية من الصفIV و الصنفIII مبينة على الشكل(٨).

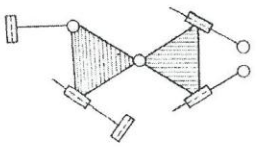
a)



b)

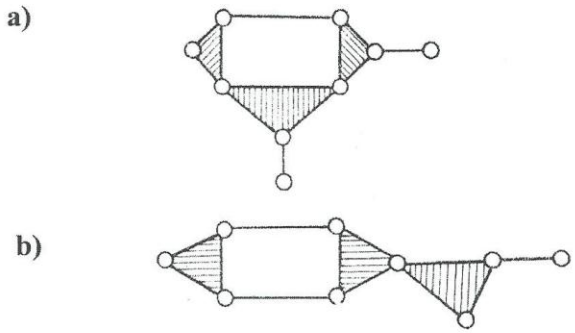


c)

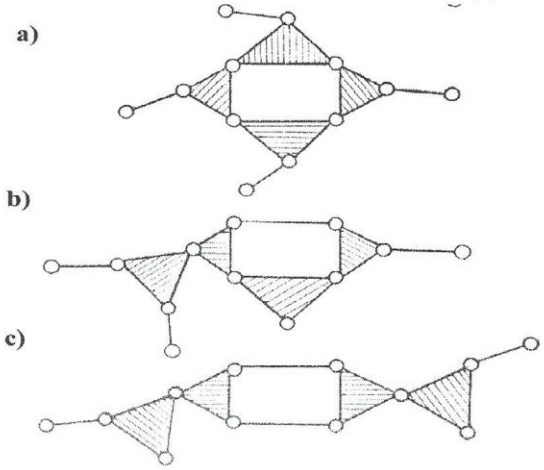


الشكل(٧) يبين نماذج لسداسية صفرية الصفIIIو الصنفIV

[٧] تعني عبارة مقيد بحركة واحد أي أنه يملك درجة طلاقة مقدارها واحد.



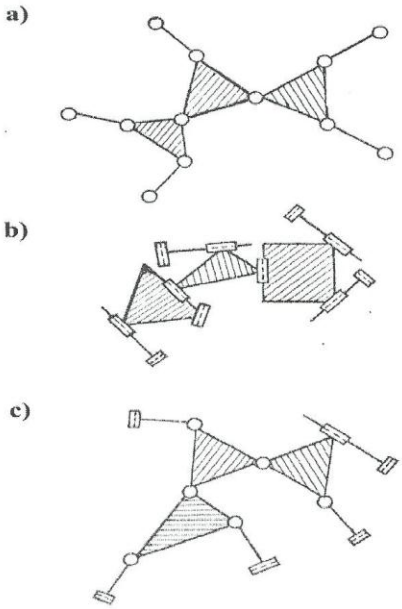
الشكل(٨) يبين أشكال مختلفة لـــسداسية صفرية من الصفIV و الصنفIII



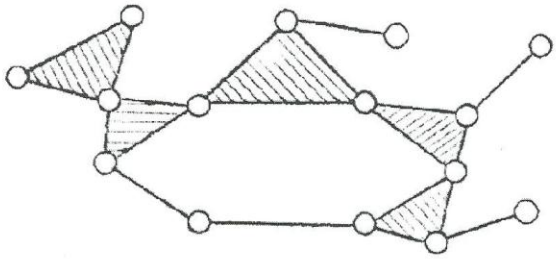
الشكل(٩) يبين أشكال مختلفة لثمانية صفرية من الصفIV و الصنفIV

من السلاسل الأكثر تعقيداً للثمانية الصفرية مع اثنا عشر ازدواج حركي مقيد بحركة واحدة، ويمكن تنفيذها من الصفوفIII,IV,V، ومختلف الأصناف، ومثال على ذلك

السلاسل المبين على الشكل(٩) حيث نجد بأن هناك ثلاث متغيرات لثمانية الحدود الصفرية من الصفIV و الصفIV، وعلى الشكل(١٠) استعرضنا ثلاثة نماذج مختلفة لسداسية الحدود الصفرية من الصفIIIو الصفV، من الطبيعي أن يكون بمقدار زيادة عدد الحدود و الازدواجات الحركية في السلاسل الصفرية أن يزداد نماذج وكميات السلاسل المختلفة والأجزاء المتغيرة الداخلة في أنشاء السلسلة الصفرية. فمثلاً رباعية القضبان الصفرية تملك أشكال مختلفة كما هو مبين على الأشكال(٢...٦). أما لأجل سداسية الحدود الصفرية، والسلاسل الصفرية الأكثر تعقيداً بالشكل تكون محدودة العدد، وفي هذا البحث سوف نورد بعضها كما هو مبين على الشكل(١١) حيث يبين سلسلة عشرية صفرية من الصفIVو الصفV.



الشكل(١٠)يبين نماذج لسداسية صفرية من الصفIIIو الصفV



الشكل(١١) يبين نموذج لسلسلة عشرية صفرية من الصفVIاو الصنفV.

في جوهر بحثنا العام سوف نبين القوانين الأساسية لإنشاء السلاسل الصفرية بالاذرعة(العتلات) والمنزلقات، ومن الصفوف العالية، وبعدد ازدواجات حركية معطى كما في المعادلة(2)، وبمواصفات لصنوف السلاسل الصفرية $P = J_1''$. معلوماً في السلاسل الصفرية من الصفIII تتضمن K_D حد أساسي، والذي في كل منها يكون مُوصل أحياناً مع اثنين آخرين من الحدود الأساسية، وأحياناً مع حد واحد أساسي، فعندما يكون عدد الوصلات n_n مساوياً للصنف يكون لدينا:

$$P = J_1'' = K_D + 2, (K_D = J_1'' - 2)$$

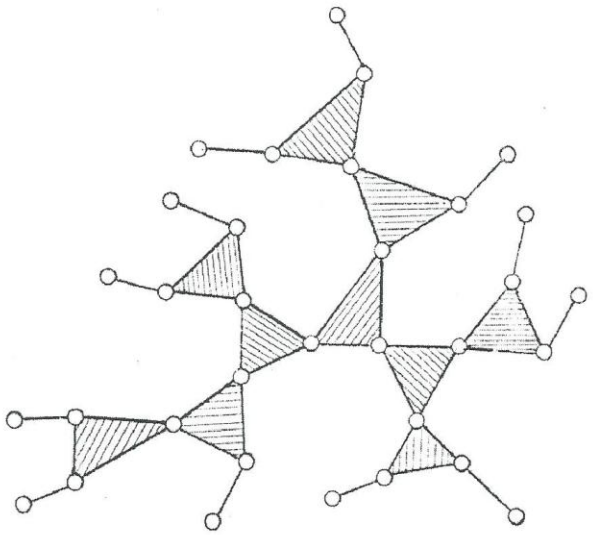
الشكل(١٢) يعطي مثالاً لسلسلة صفرية بإثناء وعشرون حداً $n = 22$ حيث يكون عدد الازدواجات وفق علاقة معيار تقيد الحركة(1)بدون احتساب أحد الحدود مثبتاً يكون لدينا:$J_1 = \frac{3}{2}n = \frac{3}{2}.22 = 33$ ، وبالتالي السلسلة تكون من الصف III و الصنفXII مع عدد حدود أساسية $K_D = J_1'' - 2 = 12 - 2 = 10$.

السلاسل الصفرية عادة تتضمن حدود غير أساسية n_{CB} ، والتي لا تتغير طرق وصلاها، وإنما تربط فيما بينها الحدود الأساسية، وهذا مبين على الشكل(١١) ويكون لدينا:

$$n = J_1'' = n_{CB} \Longrightarrow J_1'' = n - n_{CB} \Longrightarrow J_1'' = K_D$$

العلاقة السابقة صحيحة فقط لأجل السلاسل الصفرية التي تحتوي حلقات مغلقة من الحدود الأساسية كما هو مبين على الشكل(a٦).

كما تم الإشارة إليه عند تشكيل مختلف الميكانيزمات بحدود انزلاقية و أذرعة و ازدواجات حركية خارجية واقعية في وصلها مع الحدود بما فيها الحد الثابت، و بداية الميكانيزم، و قد أشار إليهاСухих Р.Д وغيره.



الشكل(١٢) يبين مثالاً لسلسلة صفرية بإثناء وعشرون حداً $n = 22$

تطبيق الدراسة على بعض آليات صيانة الخطوط الحديدية

١- آلية غربلة وغسيل البحص

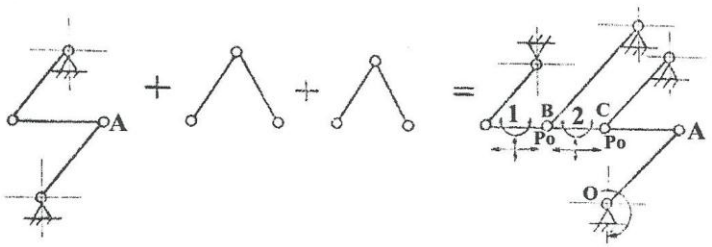
معلوم لدينا حركة وصلة الدخل الدورانية وحركتي خرج مستوية متوازية حيث عدد الحدود n=8 ومعيار تقييد الحركة M=1.

ننطلق أساساً في دراسة الآلية من نموذج آلية رباعية القضبان من النوع المرفق و الذراع المتأرجح كما هو مبين على الشكل(١٣a)، واثنين من العتلات نوعZD مُوصلة كما هو مبين على الشكل(١٣a)إلى أذرعة التوصيل 1&2 حيث تثبت شبكة الغربلةP_0 عند الدوران بدون توقف يدخل المرفقOA(يعتبر عنصر الدخل)، وذلك باعتبار أن

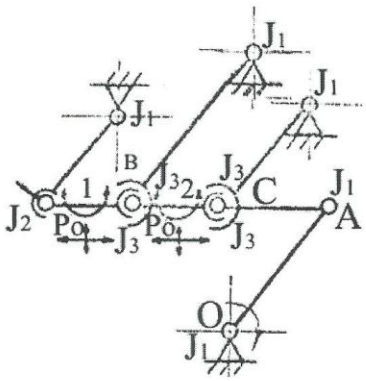
الحدود1&2 موصلة مع شبكة تهتز مما يؤمن تنفيذ عملية الغربلة وهذا مبين على الشكل(b١٣) ويبين هذا الشكل الخيار لرسم ميكانيزم من الصفII و الصنفII و الذي يعبر عنه بالصيغة التالية للازدواجاتJ_3.4 J_2 1. J_1 5. بدون وجود ارتباطات زائدة وفق المعادلة التالية:

$$M = 6(n - J - 1)\sum_{i=1}^{j} f_i + b_k \Longrightarrow$$

$$1 = 6(8 - 10 - 1) + 5.1 + 1.2 + 4.3 + b_k \Longrightarrow b_k = 0$$

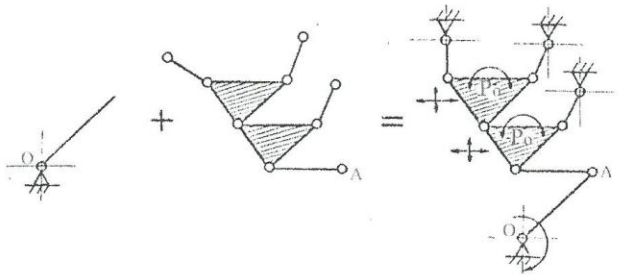


الشكل(a١٣)

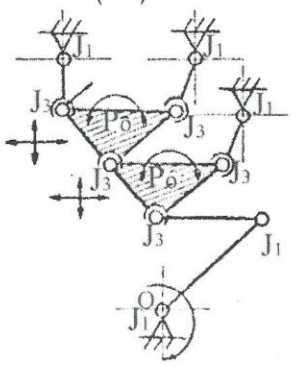


الشكل(b١٣)

المسألة المطروحة يمكن أن تحل بالانطلاق من المرفق الذي يعتبر الحد الأول لميكانيزم سداسي الحدود الصفري من الصفIIو الصنفIV، وتوصيل حد واحد من وصلات السلسلة الصفرية إلى هذا المرفق، و تُوصل الحدود الثلاثية إلى الوصلة الثابتة كما هو مبين على الشكل(a١٤)، والخيار الممكن اقتراحه لإنشاء السداسية في هذه الحالة هو $5.J_1\ 1.J_2\ 4.J_3$ ، و هذا ما تم الإشارة إليه سابقاً، و الشكل(b١٤) يبين نموذج لذلك إضافة إلى الأشكال الأخرى التي تم الحصول عليهم في الشكل(١٣)، وذلك بإحداث تغير في (بتطوير) الحدين1 و 2، وذلك من خلال مباعدة الازدواجات الحركية الأساسية.



الشكل(a١٤)



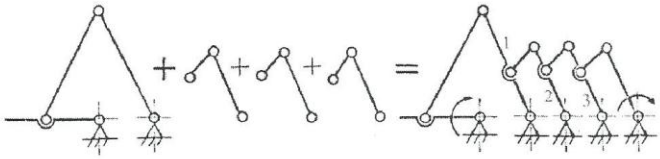
الشكل(b١٤)

٢- تحليل بنية ميكانيزم آلية تسوية الخطوط الحديدية

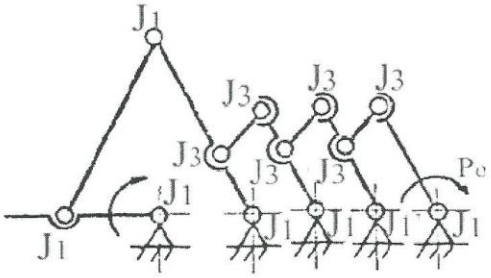
لدينا إحداثيات وصلة الدخل الدوارة، وكذلك وصلة الخرج الدوارة ، ومعيار تقييد الحركة M=1، وعدد الحدود n=10 فإذا أخذنا اثنين من الأذرع المتأرجحة لنموذج رباعية القضبان كما هو مبين على الشكل(a١٥)، وثلاثة من العتلات الثنائيةZD، والموصلة بالتتالي كما هو مبين على الشكل(a١٥) حيث آخر ذراع يعتبر العنصر العاملP_0، والتي يحدث تأثير متبادل عند العمل مع عناصر قضبان الخطوط لدى تطبيق قوة تدوير ليست كبيرة على ذراع الدخل عندP_0 ، وبشكل منطقي تكون القوة كبيرة كثيراً، و على الشكل(b١٥) يبين الخيار J_3 6. J_1 7. حيث أن هذا الميكانيزم من الصف II، والصنفII بدون ارتباطات كما يلي:

$$M = 6(n - J - 1)\sum_{i=1}^{j} f_i + b_k \Longrightarrow$$

$$1 = 6(10 - 13 - 1) + 7.1 + 6.3 + b_k \Longrightarrow b_k = 0$$

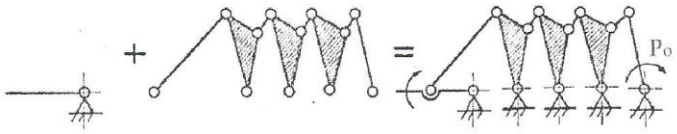


الشكل(a١٥)

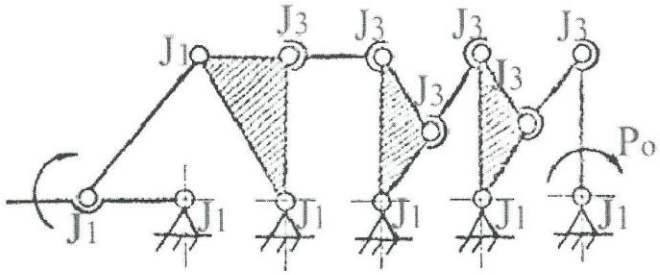


الشكل(b١٥)

المسألة المطروحة أعلاه يمكن حلها باعتبار المرفق هو حد البداية للميكانيزم، والسلسلة الصفرية مكونة من ثمانية حدود من الصفIII، والصنفV فعند توصيلها بوصلة إلى المرفق، وباقي العناصر بازدواجات حركية خارجية تُوصل مع الحد الثابت، كما هو مبين على الشكل(a١٦)، أما علاقات الارتباطية تزال بشكل طبيعي كما بين أعلاه، وهذا مبين على الشكل(b١٦) حيث حصلنا على شكلين من الشكل(١٥)، وذلك بتعديل الحدين1 و2و3، و بتعريفهما بالتوافق مع الازدواجات الحركية الأساسية.



الشكل(a١٦)



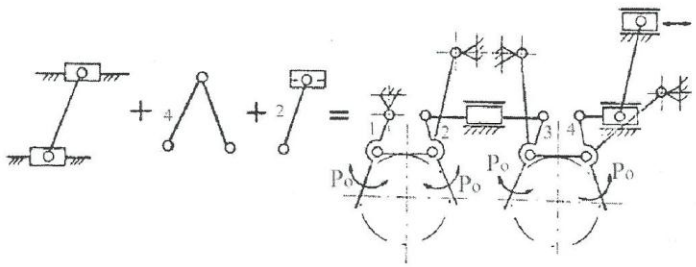
الشكل(b١٦)

٣- تحليل بنية ميكانيزم فرملة عربات ثنائية الأقطاب

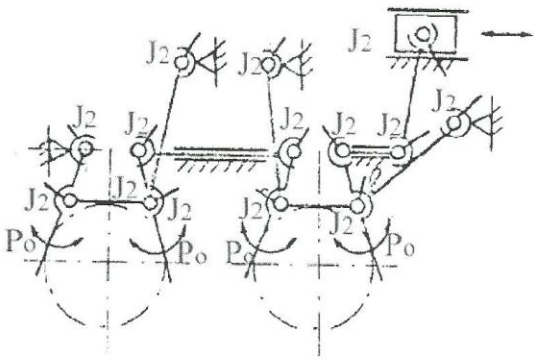
المعلومات الأولية لمواصفات حركة وصلة الدخل، الحركة انسحابية، وعدد حدود الخرج هي4 ، وهي تعطي وصفاً لحركتهم، ومحدودية الدوران حيث M=1, n=14 .

بالانطلاق بالأساس من تركيبة رباعية القضبان بمنزلقتين كما هو مبين على الشكل(a١٧)، وأربع عتلات ثنائية من نوعZD، وعتلة واحدة بمنزلقة نوع ZD، وبتوصيلهم كما هو مبين على الشكل(a١٧) مع العتلات4,3,2,1 الموصلة إلى عنصر

العمل P_0 الذي يفرمل الحد بالتأثير المتبادل عند إزاحة منزلقة الدخل، ودوران العتلة التي تم الإشارة إليها مع محاور العربة فيكون الخيار المقترح، و المبين على الشكل(١٧) هو $1.J_1\ 18.J_3$ فنحصل على ميكانيزم من الصفII و الصنفII المبين على الشكل(b١٧).



الشكل(a١٧)



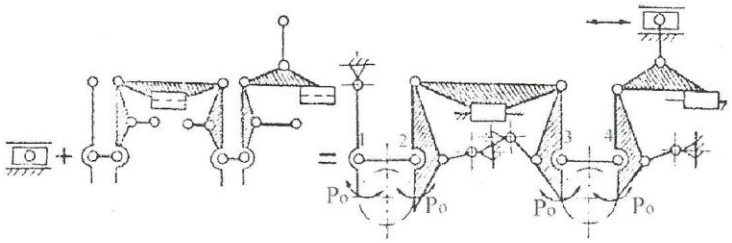
الشكل(b١٧)

المسألة المطروحة يمكن حلها باعتبار المنزلقة عنصر الدخل للميكانيزم، والسلسلة الصفرية مكونة من اثنا عشر حداً من الصفIII و الصنفVII كما هو مبين على الشكل(a١٨)، و بوصل العناصر للسلسلة بواسطة الازدواجات الحركية الخارجية إلى

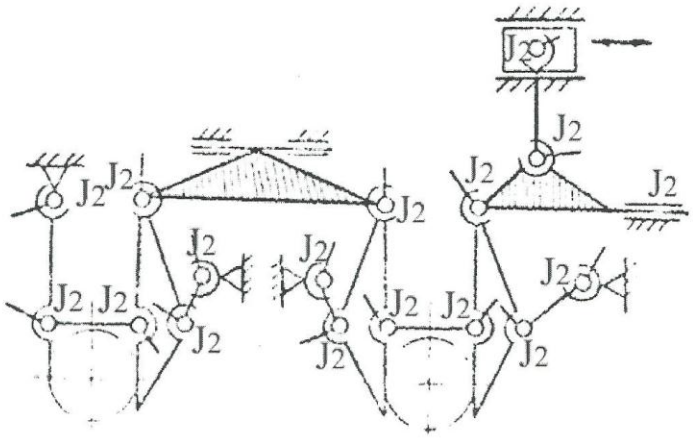
منزلقة الدخل للميكانيزم، والحد الثابت نحصل على خيار للميكانيزم بدون علاقات ارتباطية كما هو مبين على الشكل(b١٨) كما يلي:

$$M = 6(n - J - 1)\sum_{i=1}^{j} f_i + b_k \Longrightarrow$$

$$1 = 6(10 - 13 - 1) + 1.1 + 18.2 + b_k \Longrightarrow b_k = 0$$



الشكل(a١٨)



الشكل(b١٨)

النتائج

١- التطبيق للدراسة حول تحليل بنية الميكانيزمات من مختلف الصفوف على آلية غربلة البحص وتسوية الخطوط وفرملة العربات، وذلك باستخدام وضعية التوافق أعطت تصميمات إضافية ممكن استخدامها في تصميم الأجهزة لكل خيارات الإنشاء المختلفة، وبالتالي اختيار أفضل خيار وفق الحدود(البارامترات) الحدية المعتمدة.

٢- أفضل خيار للإنشاء يختار مما تم الحصول عليه من الخيارات هو تلك الخيار الذي بالأخذ بعين الاعتبار الأبعاد و المواصفات الحركية و الديناميكية و التكنولوجية، ويحقق مواصفات أدلة (بارمترات) العمل للميكانيزم.

٣- الأفضل في عملية إنشاء الميكانيزم يعتبر الإنشاء الحركي بدون علاقات ارتباطية، والذي يعطي خيارات كثيرة لإنشاء الميكانيزم باستخدام كل العلاقات الارتباطية للميكانيزم، وكافة الازدواجات الحركية بدون وجود علاقات ارتباطية.

٤- إنشاء الميكانيزم المتعدد الحدود باستخدام الأذرع و المنزلقات قد يتم بأسلوبين:

أ- باستخدام مختلف الأذرع و المنزلقات نوعZD (تشكيل ميكانيزم من الصفII، والصنفII).

ب- استخدام أكثر تعقيداً للأذرع و المنزلقات للسلاسل الصفرية ورباعية القضبان الصفرية، وسداسية الحدود الصفرية، و ثمانية الحدود الصفرية.....الخ، والسلاسل الصفرية من الصف الثالث و أكثر مع مختلف الأصناف(تكوين ميكانيزم من الصفIII و أكثر لمختلف الصفوف).

٥- الأسلوب الأول لإنشاء الميكانيزم أصبح أكثر بساطة لذلك يقترح تطوير تكوين الميكانيزمات بالأذرع و المنزلقات لتصبح من نوع عالية الصف انطلاقاً من ميكانيزم من الصفII، والصنفII، وذلك بإتباع عملية تطوير(تغير) بعض الحدود بازدواجات مختلطة ومتفرعة.

٦-أصبح واضحاً أن السلاسل الصفرية من هذا النوع أو ذاك تتكون بمساعدة تشكيل السلاسل الحركية لمختلف الصفوف و الأصناف، وتقترح بعض العلاقات لأجل استخدامها عند تشكيلها.

٧- الأمثلة التطبيقية التي تم التطرق إليها لتحليل بنية مجموعة الميكانيزمات لآليات صيانة الخطوط الحديدية تم وضعها لتشكل نموذج لتحليل بنية الميكانيزمات، وأحياناً لأجل الحصول على نتائج مرضية كما في حالات كثيرة أخرى تتطلب خبرة وتتطابق مع الخبرة العملية و التجريب(الاختبار).

٨- استخدام ما تم اقتراحه في سياق هذا البحث يمهد الطريق إلى مجموعة من الاختراعات في مجال تطوير آليات صيانة الخطوط الحديدية

المراجع:

1- КИРЕЕВ С.О., КОВАЛЁВ *В.Н.* 2004 МАТРИЧНЫЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МЕХАНИЗМА, Теория Механизмов и Машин, №2. Том 2,с18-23

2-Сухих Р.Д. ,Дружинин Ю.А., 1991-сборник задач по теории механизмов и машин часть I, кафдра теория механизма и работотехническии системы, Линиград 28с.

3- *СЕМЕНОВА Ю. А., СЕМЕНОВ, Н. С. 2003* СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ Теория Механизмов и Машин, №2,с3-15.

4- ПОЖБЕЛКО *В.И. 2006* НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА ПЛОСКИХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЕНИЯ СЛОЖНЫХ ШАРНИРОВ, Теория Механизмов и Машин, №1. Том 4 с27-37Ю

5- Kennet H.J,1999-Kinematics ,dynamics,and design of machine New York ,640p .

6-Фролова К. В. 1987 Теория механизмов и машшин, -вышая школа, Москва,496с.

7--Сухих Р.Д. ,Дружинин Ю.А., Алексеев А.А. 1980 синтезе механизмов железнодорожного транспорта часть I, кафдра теория механизма и работотехническии системы, Линиград 22с.

8-Вульфов И.И., Ернхов М.Л., Коловский М.З. идр., под ред. Смирнова Г.А., 1996-механика машин учеб. Пособие для ВТЗОВ –Высшая школа, Москва 511с.

9-Пейсах Э.Е.,Ностеров В.А.,2000-система проектирования плоских рычажных механизмов-Машиностроение,Москва,904с.

10- Пейсах Э.Е.,2005 Оструктрном синтезе рычажных механизмов,Теория механизмов и машшин, $N_{\circ}(1)Tom5_{,}$с77-80.

11- Дворников Л.Т., Гудимова л.Н.,2008 Задача о поиске многообразия восьмизвенных плоских шарнирных групи Ассура, Теория механизмов и машшин, $N_{\circ}(1)Tom6$,с15-29.
12- Пейсах Э.Е. 2005 Катлог восьмизвенных плоских групп Ассура ,Теория механизмов и машшин,, $N_{\circ}(1)Tom5$,с15-27.
13- Дворников Л.Т.,2008 Квопросу о классификации плоских групи Ассура, Теория механизмов и машшин, $N_{\circ}(2)Tom6$,с18-25.
14- Пейсах Э.Е.,2008 структрный синтезе замкнутых кинематических цепей часть1,Теория механизмов и машшин, $N_{\circ}(1)Tom6$,с4-14

15-Jing –Shan Zhao, Zhi-Jing Feng, Jing-Xin Dong2006 Computation of the configuration degree of freedom of a spatial parallel mechanism by using reciprocal screw theory, Mechanism and Machine Theory ,Tom41, 1486-1504p.
16- Дворников Л.Т.,2004 опыт структрного синтеза механизмов, Теория механизмов и машшин, $N_{\circ}2\ Tom2$,с3-17.
17-Grant R.F.,George L.C.,1993Analyicl mechanics Copyrights and Permissions Department, Harcourt Brace&Company,8th Floor, Orlando, Florida 32887.

١٨-يوسف نزيه، مروان الحجي ٢٠١١ استخدام معيار تقييد الحركة لتحليل بنية الآليات المستوية التي تملك درجة طلاقة واحدة و ازدواجات من ذات النوع وتطبيق ذلك على آلة مكونة من/١٤/حداً، المجلد ٣٣ .

١٩- يوسف نزيه، بشيش نعيم،يونس عدنان،٢٠٠٦-نظرية الآلات منشورات جامعة البعث،٥٨٩ص.