

تحليل بنية الأشكال المختلفة لميكانيزمات القارنات في آليات الخطوط الحديدية

الدكتور نزيه يوسف*

الدكتور جهاد بدور**

(تاريخ الإيداع 5 / 2 / 2013. قَبْلَ للنشر في 18 / 6 / 2013)

▽ ملخص ▽

تم وضع أسس إجراء تحليل لبنية ميكانيزمات القارنات بأشكالها المختلفة باستخدام معيار التحريكية بهدف وضع الخطوات الأولية لتصميم الميكانيزمات و طُبقت نتائج الدراسة على الأشكال المختلفة بازديجات حركية مختلفة، حيث بين في سياق البحث أثر نوع الازديجات على ميكانيزم القارنات بما يحقق المطلوب من هذا الميكانيزم، وإزالة الارتباطات الزائدة الذي تعقد تصميم القارنات ووضع الرسوم البنوية للأشكال المختلفة لميكانيزمات القارنات.

الكلمات المفتاحية: تحليل بنية الآليات , القارنات.

* مدرس - قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة البعث - حمص - سورية.
**أستاذ مساعد - قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Analysis of the structure of different of coupling mechanism bay the railway machines

Dr. Nazih Yousef*
Dr. Jihad Baddour**

(Received 5 / 2 / 2013. Accepted 18 / 6 / 2013)

▽ ABSTRACT ▽

Was to lay the foundations for an analysis of the structure of mechanisms of couplers various forms using standard mobility in order to develop the first steps to design mechanisms of and applied the results of the study on various forms pair joints mobility different terms between in the context of research impact type pair joints on mechanism of couplers to achieve the desired of this mechanism of, and remove excess links which hold coupling design and development of structural drawings of various forms of mechanisms of couplers.

Keywords: analyze the structure of the mechanisms, couplers

*Assistant Professor, Instructor Department of Mechanical Power Engineering Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical , Al-Baath university, Homs, Syria.

**Associate Professor, Mechanical Power Engineering, Faculty Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

في عملية تجميع وتركيب وعمل الكثير من الآليات خصيصاً آليات النقل تنشأ مشكلة نقل الحركة الدورانية بين الأعمدة التي تقع على استقامة واحدة أو التي تصنع فيما بينها زاوية، وأحياناً مختلطة؛ لأجل العمل النظامي بآليات في مثل هذه الظروف تعتمد طريقة وصل خاصة يطلق عليها ميكانيزمات القارنات، والتي أصبحت ميكانيزمات متخصصة بهذا الموضوع، وأحياناً قد تكون هذه الميكانيزمات مؤلفة من عدد كبير من الحدود فهي تتكون من عمود الدخل (القائد)، والخرج، وتربط فيما بينها بازديجات مختلفة الحركة. كثيراً ما يتم ربط الأعمدة فيما بينها بإضافة حدود أخرى فليربط الأعمدة مع بعضها البعض بازديجات مختلفة من عمود الدخل الثابت إلى عمود الخرج، ويتم الربط عادةً بازديجات حركية دورانية وحيدة درجة الطلاقة مع أعمدة دوران متطابقة مع المحور الطولي للعمود، وأحياناً تستخدم ازدويجات دورانية وانسحابية (اسطوانية).

الازديجات الحركية لربط الأعمدة عن طريق الاتصال للحدود فيما بينها، والتي تُوصل الواحد مع الآخر بأشكال مختلفة من العناصر المجمعّة، وقد جرت دراسات متعددة لتصميم هذه الميكانيزمات دون اعتماد رئيسي على إجراء التحليل البنوي أولاً قبل البدء بإجراءات الحسابات التصميمية، واختيار الازديجات الحركية المناسبة، والدراسة المتوفرة حول ذلك قليلة جداً من هنا وجدنا ضرورة وضع أسس لتحليل بنية هذه الميكانيزمات نظراً لعدم وجود آلة لا تحوي ضمنها هذه الميكانيزمات [1,2,3,4,5].

أهمية البحث وأهدافه:

تتلخص أهمية البحث في أنه استناداً للدراسة التحليلية لمعيار التحريك¹، يتم تحديد الشروط اللازمة لتحليل بنية ميكانيزمات القارنات، بهدف تطبيقها على الأشكال المختلفة لميكانيزمات آليات الخطوط الحديدية، لتحديد منهجية إعادة تطويرها، وتأمين الدقة المطلوبة لعملها من خلال تحديد عدد الارتباطات الزائدة.

طرائق البحث ومواده:

أنجز هذا البحث اعتماداً على أبحاث ومراجع حديثة نشرت في مجال معيار التحريك، واستناداً إلى ذلك سنقوم بوضع النموذج الرياضي لمعيار التحريك، من أجل حساب الارتباطات الزائدة، لتحديد الشروط اللازمة لتحليل بنية ميكانيزمات القارنات المختلفة في آليات الخطوط الحديدية.

التحليل الرياضي:**1-المبدأ العام لتشكيل ميكانيزمات القارنات**

نقل الحركة الدورانية لميكانيزمات القارنات يَتَّبَعُ جملة عوامل، وينفذ ذلك من خلال مجموعات (اسر) N ، تملك معيار التحريك M (غالباً ما يكون $M=1$)، والتي تحسب قيمتها وفق العلاقة (1) كتابع لعدد الحدود والازديجات

¹ - هذا المصطلح موضح في المرجع [1]

الحركية المختلفة الحركة² (J_1, J_2, J_3, J_4, J_5) ممكن أن يكون هذا الميكانيزم مستويًا أو فراغياً وبالتالي تصنف إلى فئات (اسر)، كما هو موضح في العلاقة (1) لحساب معيار التحريكية [1,5].

$$M = N (n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i \quad (1)$$

حيث أن:

M - معيار التحريكية.

N - فئة (أسرة) الميكانيزم وقد تأخذ قيم مختلفة، ويحددها عدد الحركات من ست إمكانيات دورانية (R_x, R_y, R_z) حول المحاور الثلاثة، وانسحابية (P_x, P_y, P_z) باتجاه ذات المحاور] ، وعملياً الازدواجات الحركية للميكانيزم في الحالة العامة يكون ($N = 1 \dots 6$).
 n - عدد حدود الميكانيزم.

$$\sum_{i=1}^j f_i - \text{مجموع درجات الطلاقة للازدواجات في حالة عدم الربط بين الحدود وتعطى وفقاً لما يلي [6,7]:}$$

$$\sum_{i=1}^j f_i = (N - 5) j_5 + (N - 4) j_4 + (N - 3) j_3 + (N - 2) j_2 + (N - 1) j_1 \quad (2)$$

في عملية نقل الحركة الدورانية النظامية يمكن أن يكونها ميكانيزم من أسرتين وأكبر، وهذا يتبع من محدودية شروط العمل المطبقة. في أسس تشكيل ميكانيزمات القارنات تستخدم الأكثر بساطة الأولية بمتحرك (منبع حركة) واحد ويحددين للميكانيزم (مع حد ثابت واحد، وحد متحرك تُوصل فيما بينها بازدواجات دورانية)، هذا الميكانيزم مبين على الشكل (1) يبين العمود القائد الذي يدور بالنسبة للحد الثابت حيث تتشكل من ازدواج دوراني من النوع (R_x) من هذا الميكانيزم الأولي تشكل ميكانيزمات القارنات المختلفة والمعقدة مع عدد حدود مختلفة يتشكل بمساعدة الحدود الصفرية المختلفة³ مع ازدواجات حركية خارجية (أحياناً داخلية في حالة حدود ثنائية أو ثلاثية.. الخ) ، والمتحركة والتي تساوي الصفر (لدى توصيلها مع الحد الثابت بازدواجاتها الخارجية) كما تبين العلاقة التالية (3):

$$M = N (n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 0 \quad (3)$$

عند تشكيل ميكانيزم القارنات من المجموعة الصفرية يتم توصيل ازدواجاتها الخارجية إلى حدودها (المتحركة وغير المتحركة) لميكانيزم البداية. لدى تنفيذ هذه العملية تكرر عدة مرات بتتابع التوصيل لبعض المجموعات الصفرية مع مختلف حدود الميكانيزم، وعند استخدام حد وحيد مع ثنائي الحدود البدائية للميكانيزم نحصل على ميكانيزم بثلاث حدود وعند استخدام اثنين من ثنائي الحدود (أربع حدود) أو ثلاثي (خمسة حدود) وهكذا، وعند استخدام حد وحيد الحدود مع ثنائي الحدود البدائي نحصل على ميكانيزم رباعي الحدود وعند استخدام ثنائي الحدود نحصل على ميكانيزم سداسي الحدود وهكذا...، وعند استخدام واحد من ثلاثي الحدود البدائي للميكانيزم نحصل على ميكانيزم خماسي الحدود وباستخدام اثنين نحصل على ثماني الحدود وهكذا....

² - يقصد بمختلفة الحركة عدد درجات الطلاقة التي يملكها الازدواج مثلاً J_1 يملك درجة طلاقة واحدة، و J_2 يملك درجتى طلاقة، وهكذا...، وبالتالي يمكن أن تكون الازدواجات دورانية أو انزلاقية أو تدحرجية ، و في بعض الحالات مختلطة.

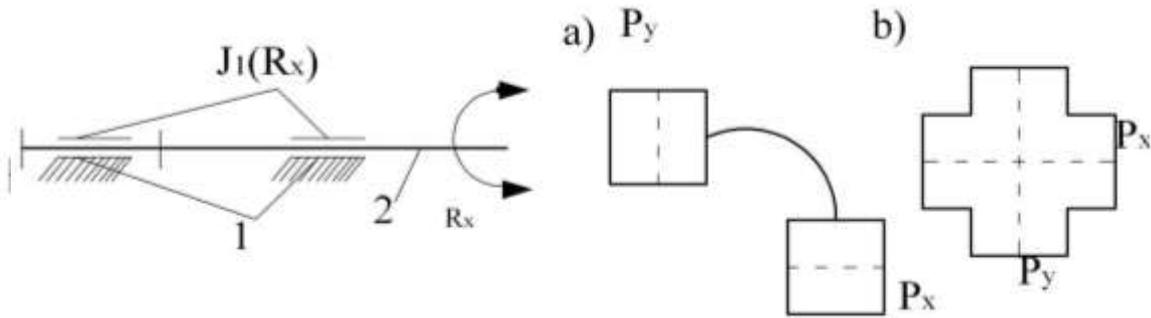
³ - مجموعة الحدود الصفرية: هي عبارة عن أحادي أو ثنائي أو ثلاثي الحدود... الخ تجمع بشكل غير قابل للحركة فيما بينها.

المجموعة الصفرية من الأسرة الثانية تحدها الشروط التالية [8,9,10]:

$$M = 2(n - j - 1) + J_1 = 0 \Rightarrow 2.n - 2J_1 - 2 + J_1 = 0 \Rightarrow J_1 = 2(n - 1)$$

$$n = \frac{1}{2}J_1 + 1$$

هذا يعتبر أحادي مع اثنين خارجين بازديجات ذات درجة طلاقة واحدة. على الشكل (2) يبين أحادي المنزقة مع اثنين خارجين ومتحرك وحيد للازديجات الانسحابية P_x, P_y .



الشكل (1) يبين ميكانيزم قارنة بحدين ثابت ومتحرك موصلين بازديجات دورانية

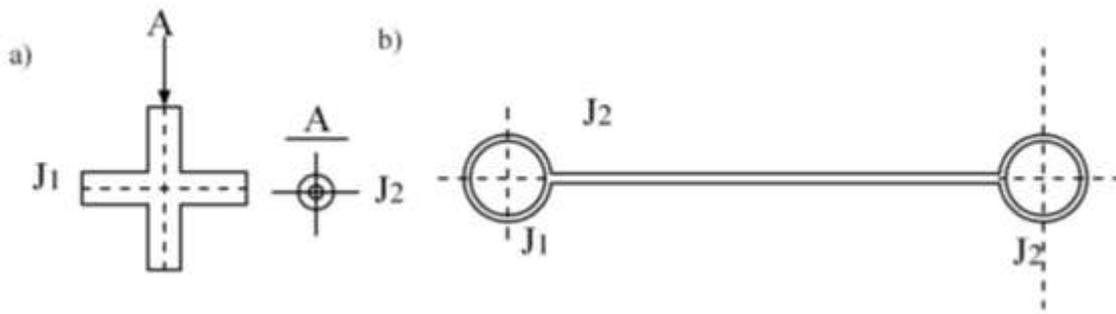
الشكل (2) يبين ميكانيزم أحادي المنزقة مع حدين خارجيين ومتحرك وحيد للازديجات الانسحابية

الأحادية للأسر الثلاثة تحدها الشروط التالية:

$$M = 3(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 0 \Rightarrow 3(n - j - 1) + 1J_1 + 2J_2 = 0 \Rightarrow J_1 = 0 \Rightarrow$$

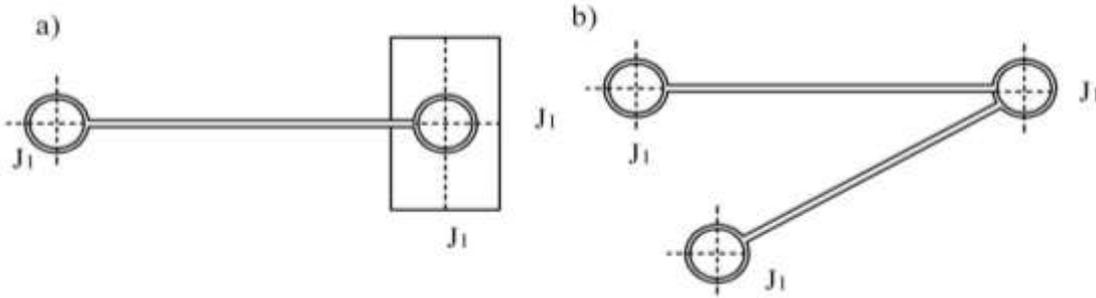
$$n = \frac{2}{3}J_2 + 1, J_2 = 0 \Rightarrow n = \frac{1}{3}J_1 + 1$$

الصفرية البسيطة لمجموعة الأسر الثلاثة عندما $J_1 = 1$ تعتبر واحدة من الازديجات الخارجية بمتحرك واحد ووحد خارجي بازديجات ثنائي المتحرك (مثلاً على تلك الأحادية مبينة على الشكل (3)).



الشكل (3) يبين ميكانيزم قارنة أحادية لمتحرك واحد وآخر بازديجات ثنائي

تجدر الإشارة إلى أن الازدواجات الخارجية يمكن أن تكون متوافقة مع محاور الإحداثيات المختلفة عند $J_2 = 0$ نحصل على صفرية بسيطة لمجموعة من أسرة ثلاثية، والتي تعتبر نفسها ثنائية مع اثنين من الازدواجات الخارجية، وازدواج داخلي بمتحرك واحد [مثل هذه الحالة مبينة على الشكل (4)].



الشكل (4) ميكانيزم قارنة بازدواج داخلي لمتحرك واثنين من الازدواجات الخارجية

الصفرية لمجموعة من أسرة رباعية تحدها الشروط التالية:

$$M = 4(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 0 \Rightarrow 4(n - j - 1) + 1J_1 + 2J_2 + 3J_3 = 0$$

ومن ذلك يتبين أنها تمتلك كمية كبيرة من التكوينات الحركية فمثلاً عندما $J_1 = J_2 = 0$ نحصل على الصفرية

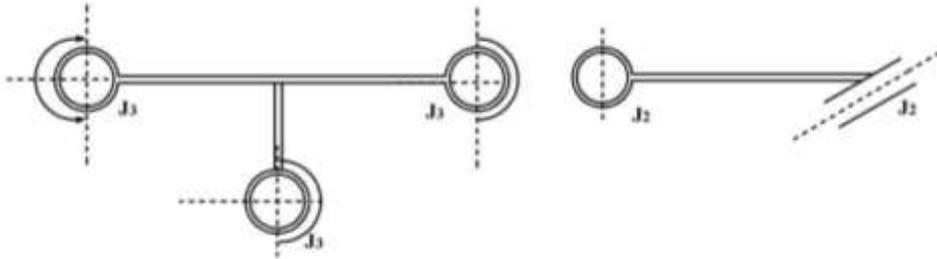
البسيطة و المجموعة تعتبر كما يلي:

$$4(n - j_3 - 1) + 3.J_3 = 0 \Rightarrow J_3 = 4(n - 1) \Rightarrow n = \frac{3}{4} J_3 + 1$$

الأحادية مع ثلاثية ازدواجات حركية خارجية كما هو مبين على الشكل (5) فعندما يكون $J_1 = J_3 = 0$ نحصل على

الصفرية البسيطة لمجموعة مكونة من:

$$4(n - j_2 - 1) + 2.J_2 = 0 \Rightarrow J_2 = 2(n - 1) \Rightarrow n = \frac{1}{2} J_2 + 1$$



الشكل (6) يبين الأحادية مع ازدواجين خارجيين ثنائي الحركة الشكل (5) يبين الأحادية مع ثلاث ازدواجات خارجية

الأحادية مع ازدواجين خارجيين ثنائية الحركة كما هو مبين على الشكل (6)، فيمكن بذات الطريقة من المناقشة أن ندرس باقي الخيارات الأكثر تفصيلاً للمجموعات المختلفة الأسر و البناء ويمكن التعرف عليها في [2,3,4]. يجب الإشارة إلى أن اختيار شكل الصفرية لمجموعة الحدود وكميتها تنتج من الحساب والتحليل الدقيق لها لكل الحركات غير التابعة و الواجب جعلها واقعية لأجل توصيل المحور القائد والمقود للآليات التي تعمل في شروط محدودة مع هذا الخيار يتطلب تخيل فراغي جيد لمعرفة مواصفات وشكل الازدواجات الحركية، والميكانيزمات الأكثر انتشاراً واستخداماً تنفذ مع ارتباطات زائدة b_k ، ومقدار هذه الارتباطات تحسب وفق العلاقة (4) [11,12,13,14]:

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

في الحالة العامة الميكانيزمات مع ارتباطات زائدة تصبح غير مقررة استاتيكيًا وتتطلب لأجل العمل الطبيعي تصنيع وتجميع لمكوناتها بدقة عالية لمنع حدوث تشوهات في الحد الثابت، والمثالية من وجهة نظر البناء أصبح ميكانيزم بدون ارتباطات زائدة أي ($b_k = 0$)، و الميكانيزم في هذه الحالة يتصف بأنه ذاتي التكوين، و إزالة الارتباطات الزائدة يتم بأسلوب تغيير الازدواجات الحركية صغيرة الحركة إلى كثيرة الحركة لذلك b_k تصبح مساوية إلى الصفر (بدون تغيير عدد الازدواجات). عند تغيير الازدواجات، ومجموعة المتحركات للازدواجات الحركية للميكانيزم ذاتية التكوين بحيث تكون مساوية لمجموع الازدواجات الحركية المتحركة لميكانيزم الأساس $\sum_{i=1}^{b_k=0} iJ_i$ ، وعدد الارتباطات الزائدة b_k يعبر عنها بالعلاقة (5):

$$\sum_{b_k=0} iJ_i = \sum_{b_k \neq 0} iJ_i + b_k \quad (5)$$

إن مسألة تنفيذ الميكانيزم ذاتي التكوين يملك حلولاً كثيرةً ولأجل إيجادها يجب بشكل جيد معرفة إمكانية تشكيل الازدواجات الحركية وتنفيذ عناصرها وغير ذلك.

2- تحليل بنية القارنات لأجل ربط بعض الأعمدة:

توصيل بعض المحاور يجب أن يؤمن نقل الحركة الطولية باتجاه المحور X للمحور القائد الدوراني إلى المحور المقود (بدون تغيير سرعة الدوران هذه) باتباع أسلوب تأمين إمكانية الإزاحة القطرية لهذين الحدين في المستوي (YZ) عمودياً على محور دورانهم، لأجل ذلك تصلح مجموعة الحدود الصفرية التي تؤمن التنفيذ بالنسبة للإزاحة الانسحابية للمحور القائد والمقود ونقل الدوران بالنسبة للمحور X من القائد إلى المقود (لدى غياب الإزاحة المحيطة في المستوي المبين).

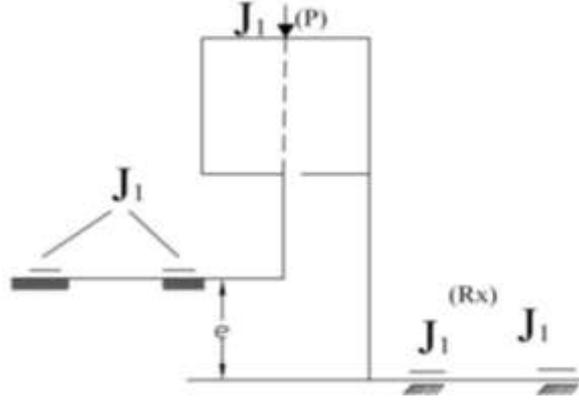
ميكانيزمات القارنات البسيطة بثلاث حدود تشكل من حدين بدائيين [انظر الشكل (1)] بمساعدة الأحادية، والازدواجات الحركية الداخلية الأولى تمثل هذه الأحادية فعند التنفيذ الواقعي مع أعمدة قيادة يجب أن تؤمن ما بين أعلاه من متطلبات، والازدواج الثاني الداخلي عند التنفيذ الواقعي مع حد ثابت يجب أن يؤمن الدوران $R_x (J_1)$ مما يعني الأحادية التي تفترض توصيل مخصص للمحاور القائدة، والخيار البسيط يتم باستخدام الأحادية بأسر ثنائية ($n = 2, J = 2, P \& R_c$) فيكون لدينا:

$$M = 0 = 2(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 2(n - 2 - 1) + 2.1 = 2n - 4 = 0 \Rightarrow n = 2$$

مع ازدواجات انسحابية وحيدة الحركة خارجية عملياً تربط مع العمود القائد فيكون لدينا:

$$M = 2(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 2(n - 2 - 1) + 2.1 \Rightarrow n = 2$$

الرسوم التحليلية لهذا الميكانيزم مبينة على الشكل (7).



الشكل (7) يبين ميكانيزم قارنات بسيطة ثلاثي الحدود

في الميكانيزمات ثلاثية الحدود بمتحرك واحد من الأسرة الثانية يكون:

$$M = 2(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 2(3 - 3 - 1) + 1.3 = 1$$

و تملك أربع ارتباطات زائدة كما يلي:

$$b_k = M - 6(n - j - 1) - \sum_{i=1}^j f_i = 1 - 6(3 - 3 - 1) - 3.1 = 4$$

مما يجعل عمله أكثر سوءاً.

استخدام قارنات أحادية من الأسرة الثالثة مع متحركين بازواجات خارجية (J_2) (اسطوانية) يصبح لدينا:

$$M = 3(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 3(2 - 2 - 1) + 1.2 + 1.1 = 0$$

تطبيق مثل هذا الربط مع العمود القائد يعطي إمكانية الحصول على ميكانيزم القارنات وحيد الحركة من الأسرة

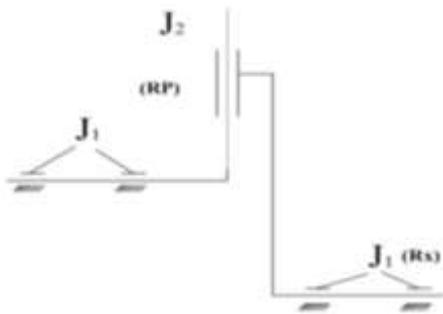
الثالثة كما يلي:

$$M = 3(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i = 3(3 - 3 - 1) + 2.1 + 2.1 = 1$$

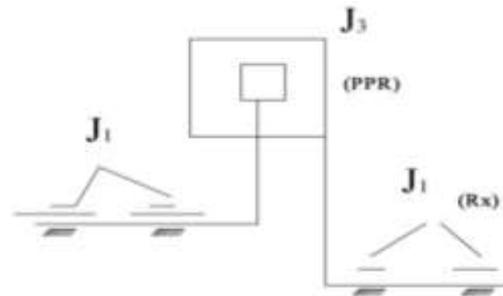
في حالة ثلاثة ارتباطات زائدة نحصل على:

$$b_k = M - 6(n - j - 1) - \sum_{i=1}^j f_i = 1 - 6(3 - 3 - 1) - (2.1 + 2.1) = 3$$

هذه الحالة من الربط مبينة على الشكل(8). زيادة عدد المتحركات للازدواجات الخارجية الأولية من الأحادية إلى ثلاثية (J_3) (تطبيقه مثلاً في المستوي)، هذا يعني استخدام أحادية من الأسرة الرابعة فنحصل على:



الشكل (8) يبين قارنة وحيدة الحركة من الأسرة الثالثة بارتباطات زائدة



الشكل (9) يبين قارنة أحادية من الأسرة الرابعة بارتباطات زائدة

$$M = 4(n - j - 1) + \sum_{i=1}^j f_i, \sum_{i=1}^3 f_i = 1.J_1 + 2.J_2 + 3.J_3 = 1.1 + 0.2 + 1.3 = 4$$

$$M = 4(2 - 2 - 1) + 4 = 0$$

يعطي إمكانية الحصول على ميكانيزم للقارنة الأحادية المتحركة من الأسرة الرابعة وفق ما يلي:

$$M = 4(n - J - 1) + \sum_{i=1}^j f_i, n = 3, J = 3, \sum_{i=1}^3 f_i = 1.2 + 0.2 + 1.3 = 5 \Rightarrow M = 4(3 - 3 - 1) + 5 = 1$$

مع اثنين من الارتباطات الزائدة وفق ما يلي:

$$b_k = M - 6(n - j - 1) - \sum_{i=1}^j f_i = 1 - 6(3 - 3 - 1) - 5 = 2$$

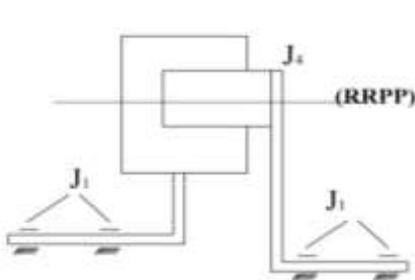
هذا الخيار مبين على الشكل(9)، إن زيادة حركة الازدواجات الخارجية الأولية حتى (J_4) (يتم تنفيذها مثلاً كروباً بمجرى أو اسطوانياً على مستوى) هذا يعني استخدام أحادية من الأسرة الخامسة كما يلي:

$$M = 5(n - J - 1) + \sum_{i=1}^j f_i, n = 2, J = 3, \sum_{i=1}^3 f_i = 2.1 + 1.4 = 6$$

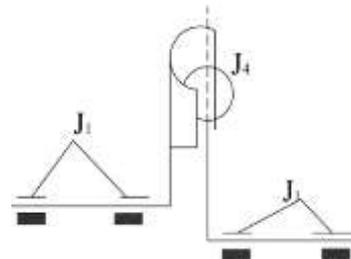
$$M = 5(3 - 3 - 1) + 6 = 1$$

ومع واحدة من الارتباطات الزائدة وفق ما يلي: $b_k = M - 6(n - j - 1) - \sum_{i=1}^j f_i = 1 - 6(3 - 3 - 1) - 6 = 1$

وتبين الأشكال (10)، (11) هذه الحالة.



الشكل (11) يبين قارنة أحادية من الأسرة الخامسة بارتباطات زائدة



الشكل (10) يبين قارنة أحادية من الأسرة الخامسة

وفي النهاية زيادة عدد درجات الطلاقة للازدواجات الحركية الخارجية حتى خمسة درجات (J_5) مما يتطلب استخدام الأحادية من الأسر السداسية وفق ما يلي:

$$M = 6(n - J - 1) + \sum_{i=1}^j f_i, n = 2, J = 2, \sum_{i=1}^3 f_i = 1.1 + 1.5 = 6$$

$$M = 6(2 - 2 - 1) + 6 = 0$$

مما يعطي إمكانية الحصول على متحرك وحيد ذاتي التكوين (الأفضل في البناء) لميكانيزمات القارنات من الأسرة السادسة وفق ما يلي:

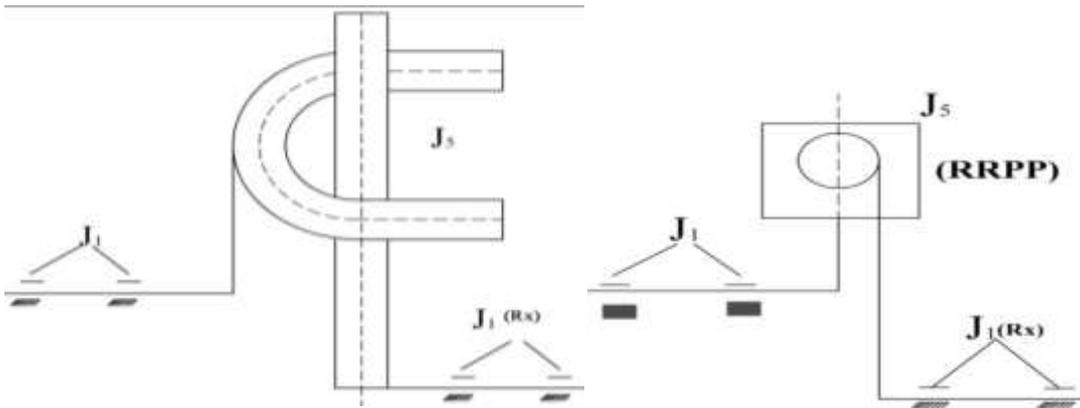
$$M = 6(n - J - 1) + \sum_{i=1}^j f_i, n = 3, J = 3, \sum_{i=1}^3 f_i = 2.1 + 1.5 = 7$$

$$M = 6(3 - 3 - 1) + 6 = 1$$

هذا يحدث بدون ارتباطات زائدة كما يلي:

$$b_k = M - 6(n - j - 1) - \sum_{i=1}^j f_i = 1 - 6(3 - 3 - 1) - 7 = 0$$

و هذا الخيار مبين على الأشكال (12)، (13).

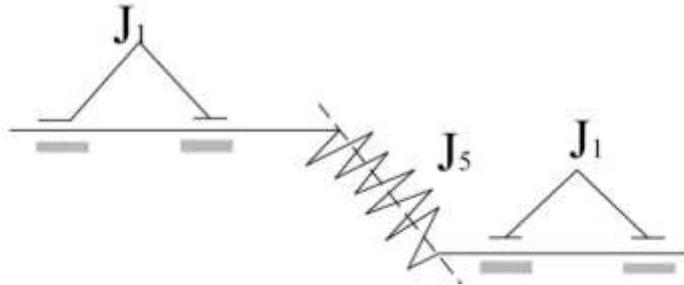


الشكل (12) يبين قارنات بازدواجات خماسية درجة الطلاقة والشكل (13) يبين قارنات من الأسرة السداسية

هذه الخيارات بشكل ذاتي تطبق لدى تأمين الحركة، و يجب أن تكون هندسياً مغلقة من جهتين لعناصر الازدواجات على عمود واحد بين عناصر الازدواجات على المحور الثاني كما هو مبين على الأشكال (7)، (8)، (10)، (13)، وعلى باقي الأشكال ولأجل التوضيح الكبير لهذا الإغلاق يبين في بعض الحالات (عند حمولات غير كبيرة وحركات قابلة للانعكاس وغيرها) يتم استخدام المنحنيات بخمس درجات طلاقة لتوصيل المحاور كما هو مبين على الشكل (14).

إضافة إلى ما تم توضيحه أعلاه تجدر الإشارة إلى أنه لأجل وصل الأعمدة القائدة و المقودة تستخدم ازدواجات حركية متوازية بحيث تحقق الازدواجات الانسحابية للحدود في المستوي (YZ) حيث أن هذا المستوي يكون عمودياً على محور الدوران للأعمدة الموصلة والأشكال من (7)....(14) توضح ذلك بما يخص ميكانيزمات القارنات، ويتبين من تحليل بنية ميكانيزمات القارنات المدروسة في سياق البحث أن تصميم هذا الميكانيزم يملك مواصفات قد تكون كافية أو غير كافية مما

يفرض شروطاً لاستخدامها في ظروف خاصة، ومما يجب الإشارة إليه أن ذلك يتم عند نقل الحركة الدورانية من عمود إلى آخر ليسا على استقامة واحدة، وهذا النوع من القارنات أصبحت قليلة الانتشار، وتبين من خلال متابعتنا لها في آليات الخطوط الحديدية بأنها غير دقيقة التصنيع و التجميع [3,10,13].

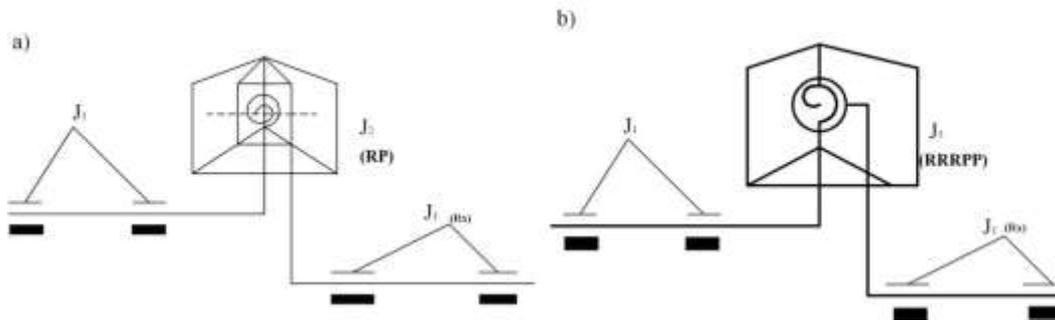


الشكل (14) يبين قارنات لتوصيل المحاور بحمولات صغيرة وحركات قابلة للانعكاس

النتائج والمناقشة:

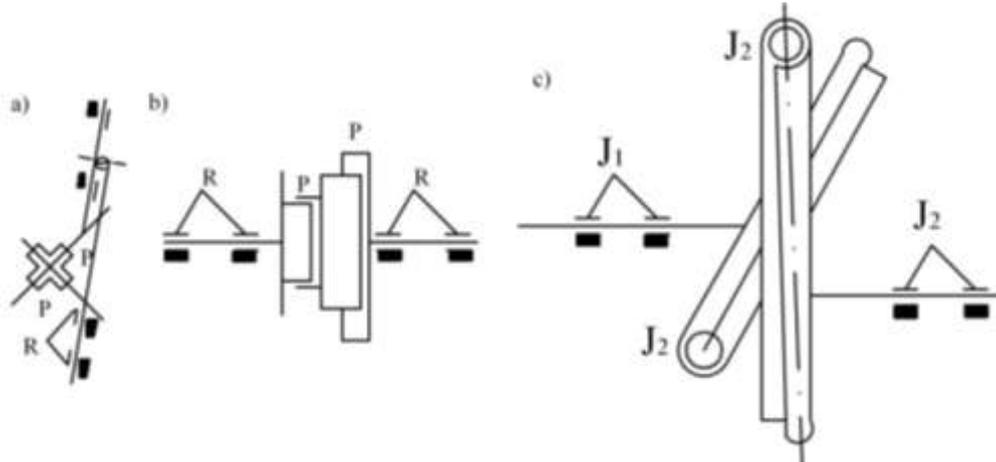
سوف نقوم بتوضيح النتائج ومناقشتها من خلال مجموعة من الأمثلة، الكثيرة الاستخدام في آليات الخطوط الحديدية

1- تحليل بنية ميكانيزم القارنات لأجل ربط عمودين غير متطابقين منخفضة الحمولة⁴ لآليات مع ذاتية موازنة تأكل الخلوصات بارمترات الدخل $M = 1, n = 3$. بالتوافق مع ما تم الإشارة إليه أعلاه من اعتماد الازدواجات الحركية، واعتماد التنفيذ المخروطي لعناصرها والنوابض لتأمين الخلوصات المختارة. فهذه الازدواجات كما ذكر أعلاه يجب أن تؤمن الإزاحة القطرية للمحاور والربط باتجاه المحيط هذه المتطلبات تؤمن بأحادية من الأسرة الثالثة بازدواجات ثنائية الحركة (J_2) خارجية، وبتطبيق ذلك يتم توصيل المحاور القارنات من الأسرة الثالثة وبثلاث علاقات ارتباطية زائدة كما هو مبين على الشكل (a15) استخدام النوابض يشترط الوضع في شكل حلزوني ثابت الحركة لعناصر هذه الازدواجات الحركية لتحديد الخلوصات والارتباطات الزائدة تزال، والميكانيزم يصبح ذاتي التكوين عند توضع عناصر الازدواجات الحركية على عمود بشكل مخروطي كما هو مبين على الشكل (b15).



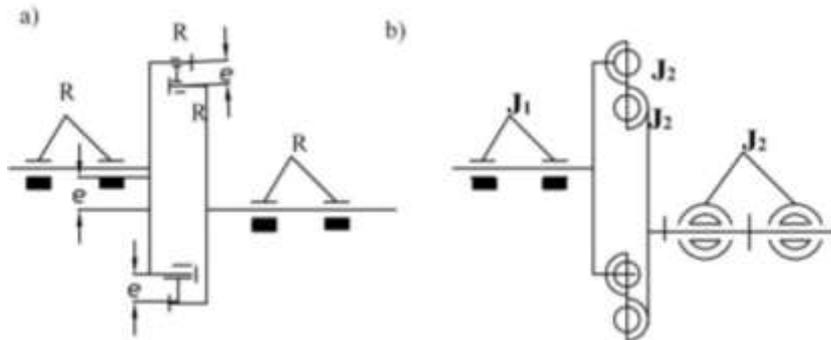
الشكل (15) يبين قارنات من الأسرة الثالثة بثلاث ارتباطات زائدة

ميكانيزمات القارنات رباعية الحدود بمجموعة أدلة جوهرية تزيد ثلاث حدود للميكانيزم لتتشكل من ميكانيزم بدائي بمساعدة واحد ثنائي أو اثنين أحادي، وتطبيق ذلك كما هو مبين على الشكل (16) حيث يبين ميكانيزم رباعي الحدود (قارنة اولديكيا) فالمشكلة تكمن في ميكانيزم البدائية بمساعدة العتلة - المنزقة ثنائية من النموذج (PPR)، (n = 3, J₁ = 3, P, P, R, M = 0) ، ويبين الشكل (a16) هذه الحالة فهذا الميكانيزم أصبح معلوم برباعي الحدود بعتلة ومنزقة من الصنف (RPPR)⁵ فتصبح مثل هذه القارنة منفذة كما هو مبين على الشكل (b16)، والارتباطات الزائدة لمفاصل هذا الميكانيزم تزال، وفي الجوهر ينفذ الميكانيزم كما يلي: (J₁J₁J₁J₁) مع ثنائي الحركة بازواج اسطوانية (J₁J₂J₂J₁) كما هو مبين على الشكل (c16).



الشكل (16) يبين ميكانيزم قارنة رباعية الحدود (قارنة اولديكيا)

كما في الازدواج القطرية الانسحابية و التي يمكن تنفيذها بمساعدة دوران آلية المرفق لأجل تشكيل ميكانيزم القارنة رباعية الحدود من ميكانيزم البداية يمكن استخدام ميكانيزم ثنائي بعتلة من الشكل (RRR) لأجل تنفيذ الرسم الهندسية كثيرة الوصل تستخدم (ثلاثي-سدسي) ثنائي عند القيادة الثنائية بعتلة للمحاور، وهكذا يتشكل ميكانيزم القارنة مع مفاصل متوازية كما هو مبين على الشكل (a17) بعتلة رباعية الحدود من الشكل (RRRR) مع ثلاث علاقات ارتباطية زائدة، وإزالة العلاقات الارتباطية الزائدة يمكن مثلاً تنفيذها بميكانيزم بثلاث ثنائي المتحركات من الازدواج الحركية نموذج كروي بحلقة كما يلي (J₁J₂J₂J₂)، وهذا مبين على الشكل (b17)، أو ازدواج حركية أخرى يمكن تنفيذها.



الشكل (17) يبين ميكانيزم قارنة مع مفاصل متوازية وعتلة رباعية الحدود مع ثلاث ارتباطات زائدة

⁵ - هذا يعني أن القارنة تضم ازدواج دورانية R، وازدواج انسحابية P

2- تحليل بنية ميكانيزم قارئة ذاتية التكوين مؤلفة من أربعة حدود لأجل توصيل أعمدة غير متطابقة لآليات

$$. M = 1, n = 4, J = 4, b_k = 0$$

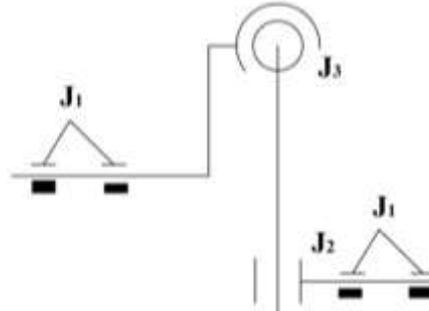
الميكانيزم رباعي الحدود مع أربع ازدواجات حركية سوف يكون ذاتي التكوين عند تجميع كل الازدواجات الحركية

فالخيارات تساوي سبعة وهذه الخيارات هي:

$$3J_1J_4(3J_1J_4, 2J_1J_4J_1, J_1J_42J_1, J_44J_1), 3J_2J_1(2J_2J_1J_2, J_2J_12J_2, J_13J_2, 3J_2J_1),$$

$$2J_1J_2J_3(2J_1J_2J_3, 2J_1J_3J_2, J_1J_3J_1J_2, J_1J_2J_1J_3, J_32J_1J_2, J_1J_2J_1J_3, J_22J_1J_3, J_22J_1J_3,$$

$$J_22J_1J_3, J_2J_1J_3J_1, J_2J_32J_1, J_3J_2J_2J_1, J_32J_1J_2)$$



الشكل (18) يبين أحد خيارات ميكانيزم قارئة ذاتية التكوين من أربعة حدود $(J_1J_3J_2J_1)$

نعمد الخيار $(2J_1J_2J_3)$ وبالتتابع $(J_1J_3J_2J_1)$ نحصل على ميكانيزم قارئة ذاتي التشكيل كما هو مبين على

الشكل (18).

السعي لتحسين عمل القارئات بمختلف المعطيات وفي الظروف المختصرة الخاصة يقود إلى استخدام ميكانيزمات كثيرة الحدود فميكانيزم القارئة كثير الحدود يشكل بمساعدة أعداد مختلفة من الأحادية والثنائية. يبين تحليل بنية الميكانيزمات أنه بمساعدة واحد من الأحادية و واحد من الثنائية تتشكل قارئة خماسية الحدود كما هو مبين على الشكل (19) والمشكلة باستخدام الأحادية PP وثنائي PPR (ميكانيزم بمنزلاقات مع حدود ونوابض) يبين على الشكل (20)، و يبين ميكانيزم أحادي RR وثنائي RPR، وعلى الشكل (21)، وباستخدام الأحادية RP وثنائية PPR يشكل الميكانيزم، وما يلفت النظر في تكوين هذا الميكانيزم هو خفض سرعة الدوران للمحور المقود بمقدار مرتين.

3- تحليل بنية ميكانيزم قارئة من خمسة حدود ذاتي التكوين لأجل ربط محاور غير متطابقة لآليات الخطوط

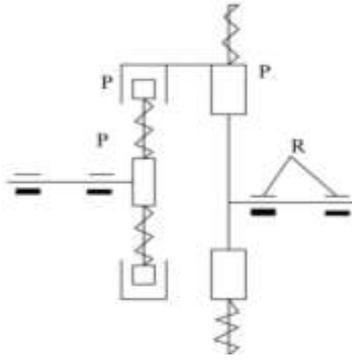
الحديدية المعطيات: $M = 1, n = 5, J = 5, b_k = 0$ ، هذا الميكانيزم خماسي الحدود مع خمسة ازدواجات حركية يكون

ذاتي التكوين عند تجميعه بازدواجات حركية وعدد المتحرك منه مساوياً لـ سبعة من الخيارات الكثيرة التي يمكن الحصول

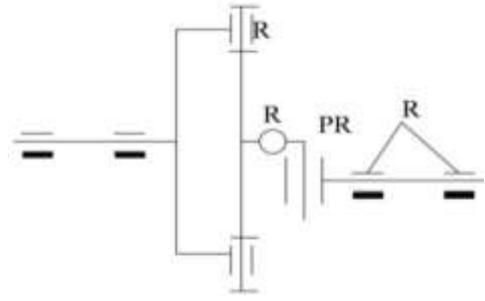
عليها بالتتابع للازدواجات الحركية يعتمد وينفذ الخيار $(J_1J_2J_2J_1, J_1)$ كما هو مبين على الشكل (22). ميكانيزم القارئة

سداسي الحدود يتشكل بمساعدة ثنائيتين كما يبين الشكل (23)، والذي يعتبر ميكانيزم بمفاصل وعتلات مع اثنين من

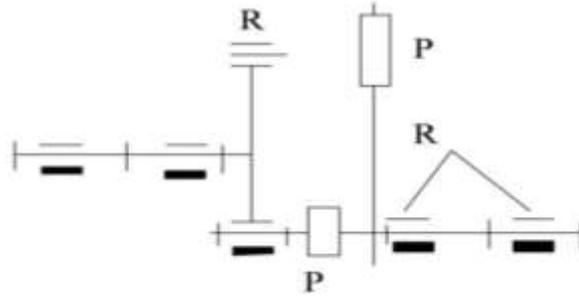
المتوازيات والتي تتكون بمساعدة اثنين من العتلات الثنائية (RRR) .



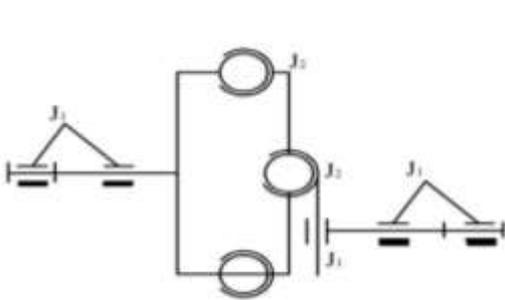
الشكل (19) يبين قارنات خماسية الحدود أحادية وثنائية بمنزلقات ونوابض



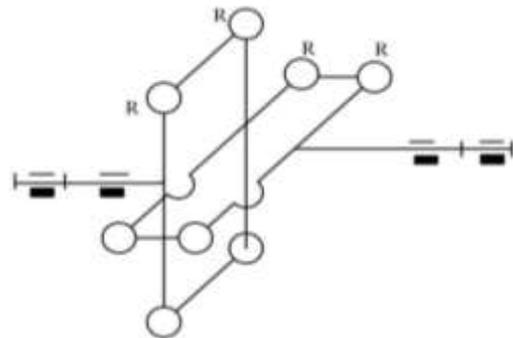
الشكل (20) يبين قارنات أحادية أو ثنائية



الشكل (21) يبين ميكانيزم قارنات باستخدام الأحادية والثنائية

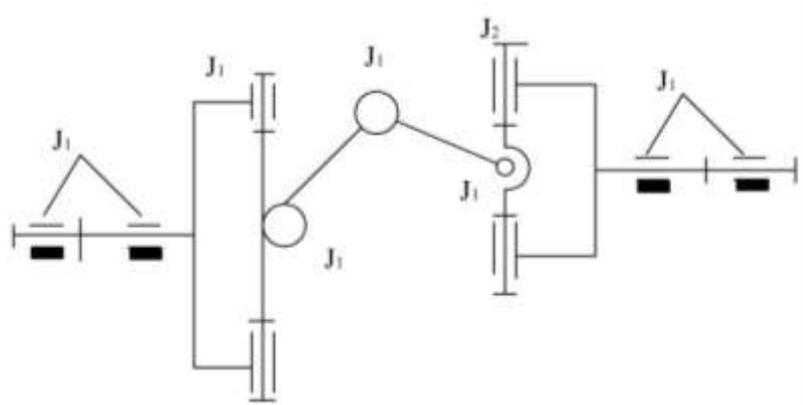


الشكل (22) يبين أحد خيارات ميكانيزم قارنات من خمسة حدود ذاتية التكوين

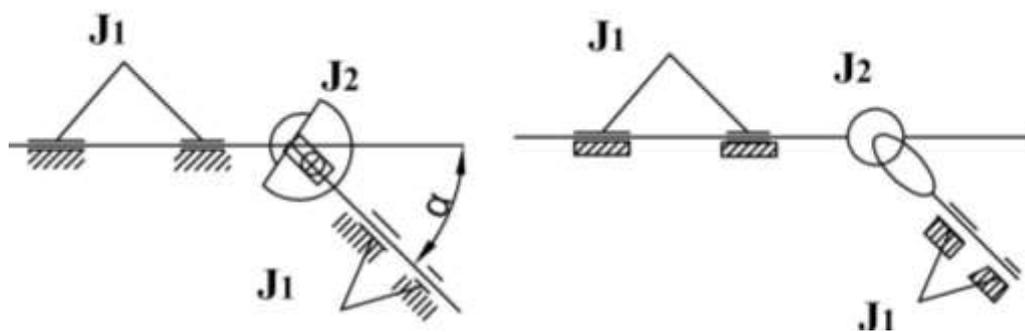


الشكل (23) ميكانيزم بمفاصل متوازية وعتلتين متوازيتين

4- تحليل تكوين ميكانيزم قارنة ذاتي التشكيل سداسي الحدود لأجل ربط الأعمدة غير المتطابقة لآليات الخطوط الحديدية المعطيات $M = 1, n = 6, J = 6, b_k = 0$. الميكانيزم سداسي الحدود مع ست ازدواجات حركية يكون ذاتي التكوين لدى تجميع المتحركات يكون مجموع الازدواجات الحركية مساوياً لسبعة من كل الخيارات المتعددة وبتتابع الازدواجات الحركية يعتمد ويطبق الخيار المبين على الشكل (24) $(J_1, J_1, J_1, J_1, J_2, J_1)$ تكون بنية ميكانيزم القارنات لأجل ربط الأعمدة المتقاطعة والمزاحة، فلربط الأعمدة المزاحة والمتقاطعة يجب أن يؤمن نقل الحركة طولياً (وفق المحور X) لتدوير العمود القائد للعمود المقاد، والذي يكون فيه العمود القائد مائل بزاوية α بدون تغير بالسرعة الوسطى للدوران، فلربط الأعمدة المائلة يجب أن يؤمن الإمكانية المثالية للإمالة (الانحراف) بالنسبة للعمود عمودياً على مستوي توضع محور العمود وإمكانية نقل القوى باتجاه المحيط عند تشكيل هذا الميكانيزم للقارنة وفق ما تم توضيحه أعلاه من مبادئ استخدام الأحادية والثنائية التي تؤمن تلك الشروط مع علاقته باتجاه المحيط هذا يعتبر أساسي، أما في باقي التكوينات لميكانيزم القارنة، ولأجل ربط المحاور يتم معاملة الميكانيزمات بمحاور غير متطابقة.



الشكل (24) يبين ميكانيزم قارنة سداسي الحدود ذاتية التكوين يملك الخيار $(J_1, J_1, J_1, J_1, J_2, J_1)$

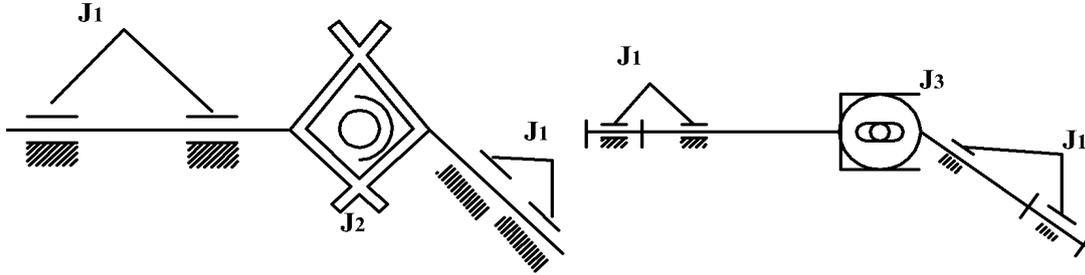


الشكل (25) يبين قارنة بثلاث حدود لربط المحاور المتقاطعة

الشكل (26) يبين قارنة بثلاث ارتباطات زائدة

على الأشكال من (25) وحتى (30) يُبين الرسوم البنائية لقارنات بثلاث حدود لأجل ربط المحاور المتقاطعة $(n = 3, J = 3)$ كما هو في الشكلين (25) و (26) يبين قارنة مع ثلاث ارتباطات زائدة وعند استخدام مفاصل كروية مع حلقات و ازدواجات حركية، والذي يعتمد عادة لدى النقل اليدوي، ولأجل زيادة قيمة عزم الفتل المنقول للمحاور الموصلة ينفذ بصعوبة أكبر فمثلاً المفاصل الكروية مع مضاعفة المؤشرية ويطبق ضلع التقاطع للأضلاع (بعض من الأشكال

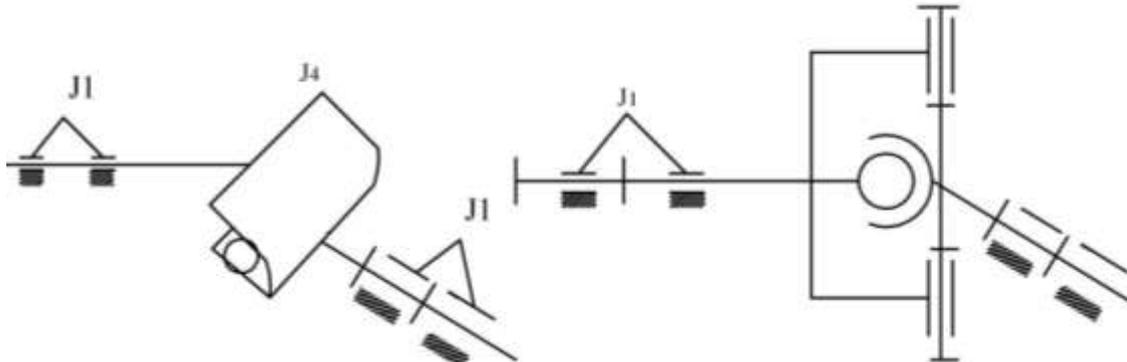
الموشرية)، على الشكل (27) يبين قارئة كامية فراغية وغير ذلك، وعلى الشكل (28) يبين قارئة كاردان مع اثنين من الارتباطات الزائدة لدى استخدام ازدواجات كروية مع حلقة.



الشكل (27) يبين ميكانيزم قارئة كامية فراغية

الشكل (28) يبين قارئة كاردان بارتباطين زائدين

يبين على الشكل (29) قارئة كاردان مع واحد من الارتباطات الزائدة لدى الازدواجات الاسطوانية بين المستويات، استخدامات قارئة كاردان مع ارتباط منحنى مبينة على الشكل (30)، وباستخدام ما تم اقتراحه من مبادئ أعلاه يمكن أن نحصل على خيارات كثيرة لثلاثي الحدود لقارنات كاردان والكثير منها واقعي.



الشكل (30) قارئة كاردان مع ارتباطات منحنية

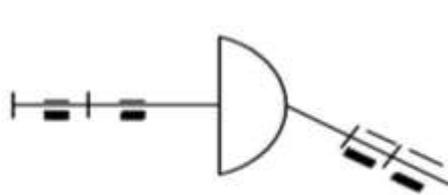
الشكل (29) يبين قارئة كاردان بارتباط واحد

زائد للازدواجات الاسطوانية

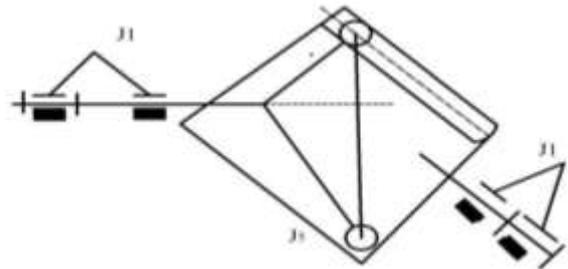
5- إجراء تحليل بنيوي لإنشاء قارئة كاردان بثلاث حدود ذاتية التشكيل لأجل ربط المحاور المتقاطعة لآليات الخطوط الحديدية وفق المعلومات التالية: $M = 1, n = 3, J = 3, b_k = 0$. لكي تكون القارئة ذاتية التكوين عند التجميع للمتحركات كلها ومع عدد ازدواجات حركية مساوية لسبعة نحصل على الكثير من الخيارات وذلك بالتتابع للازدواجات الحركية نصل إلى اعتماد الخيار (J_1, J_3, J_1) ، وهذا مبين على الشكل (31) قارئة كاردان مع دقة للربط فيما بينها للازدواجات الحركية الكروية بين المستويات لن تتشكل الارتباطات الزائدة، وعند قارئة كاردان مع ارتباطات منحنية للمحاور تتشكل لدينا الحالة المبينة على الشكل (32).

الصعوبات الكثيرة تكمن في قارنات كاردان رباعية الحدود $(n = 4, J = 4)$ ، والتي يمكن أن تتقل حمولات أكبر وتملك عوامل امان اخرى لمثل هذه الميكانيزمات تنسب قارئة كاردان الكروية و المفردة، والمنتشرة في الميكانيزمات الفراغية، ويبين الشكل (33)، والشكل (34) يبين ميكانيزم قارئة كاردان مع ثلاث ارتباطات زائدة، وذلك مع استخدام الحدود

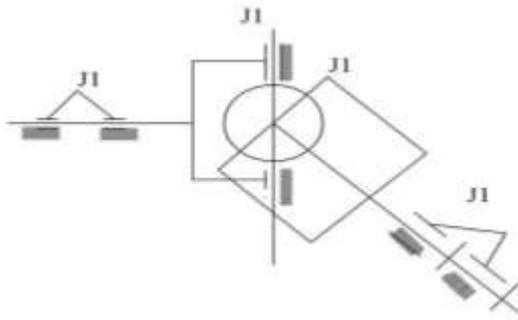
فيما بينها على شكل كرة تربط مع محاور مفصلية عدد $b_k = 3$ بمسننات وسلاسل، وقارنات الربط هذه مبينة على الشكل (35) مع مسننات مربوطة بشدة وبارتباطات زائدة $b_k = 2$ ، ويتم نقل الحركة الدورانية كما هو مبين على الشكل (36)، وذلك بارتباطات زائدة $b_k = 1$ ، وقارنات كردان بارتباطات زائدة صفرية مبينة على الشكل (37)، وتضم فيما بينها ازدواجات كروية واسطوانية J_2, J_4 .



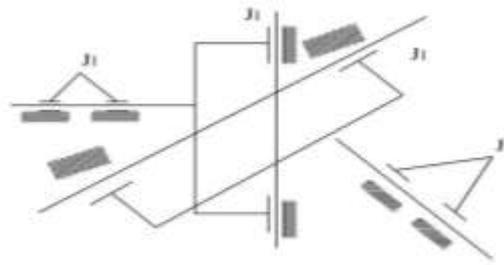
الشكل (32) يبين قارنات كردان بارتباطات منحنية للاعمدة



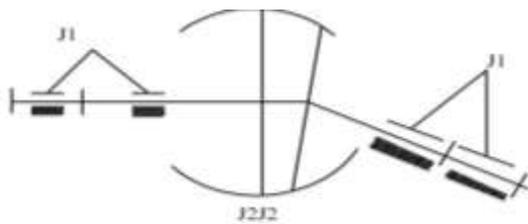
الشكل (31) يبين قارنات كردان ذاتية التكوين عند التجميع



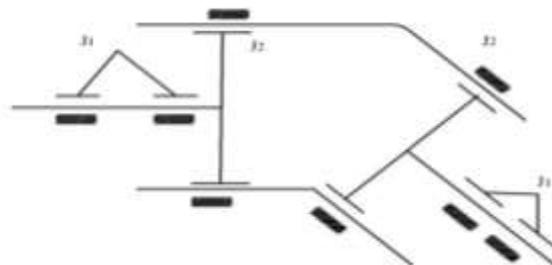
الشكل (33) يبين قارنات كردان بثلاث ارتباطات زائدة مع حد على شكل كرة



الشكل (34) يبين قارنات كردان بثلاث ارتباطات زائدة



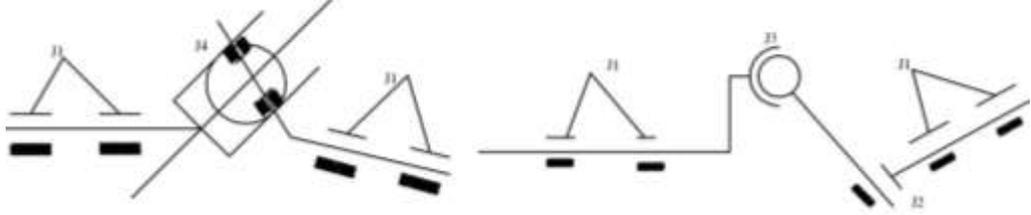
الشكل (36) يبين قارنات كردان مع ارتباط واحد زائد



الشكل (35) يبين قارنات كردان مع ربط بمسننات وارتباطين زائدين

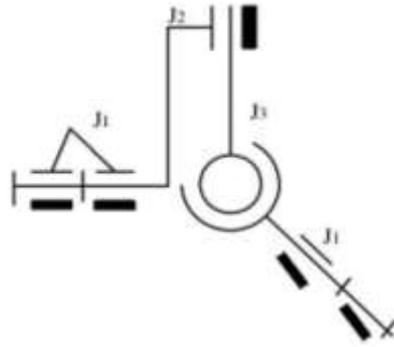
6- تحليل تكوين قارنات كردان ذاتية التكوين مؤلفة من أربعة حدود لربط المحاور المتقاطعة لآليات الخطوط الحديدية وفق المعطيات التالية: $M = 1, n = 4, J = 4, b_k = 0$. ميكانيزم القارنات رباعية الحدود مع أربع ازدواجات حركية سوف يكون ذاتي التشكيل عند تجميع المتحركات كلها لكل الازدواجات الحركية فنحصل على سبعة من الخيارات المتعددة وبالنتابع للازدواجات الحركية نستخدم الخيار $(J_1 J_3 J_2 J_1)$ ، وهذا مبين على الشكل (38)، والخيار $(J_1 J_2 J_3 J_1)$ مبين على الشكل (39)، والخيار $(J_1 J_2 J_2 J_2)$ مبين على الشكل (40). بعض من تلك الميكانيزمات الأكثر تعقيداً لقارنات كردان بخمسة حدود ($n = 5$) مبينة على الشكل (41) حيث أن $(n = 4, b_k = 6)$ ، وعلى الشكل (42) يبين قارنات بأربعة

حدود مع ارتباطين زائدين ($n = 4, b_k = 2$)، وعلى الشكل (43) يبين قارنات كردان بست حدود وبعلاقات ارتباطيه صفرية ($n = 6, b_k = 0$)، وعلى الشكل (44) يبين قارنات كردان العامة بست حدود وارتباطات زائدة ($n = 6, b_k = 0$).

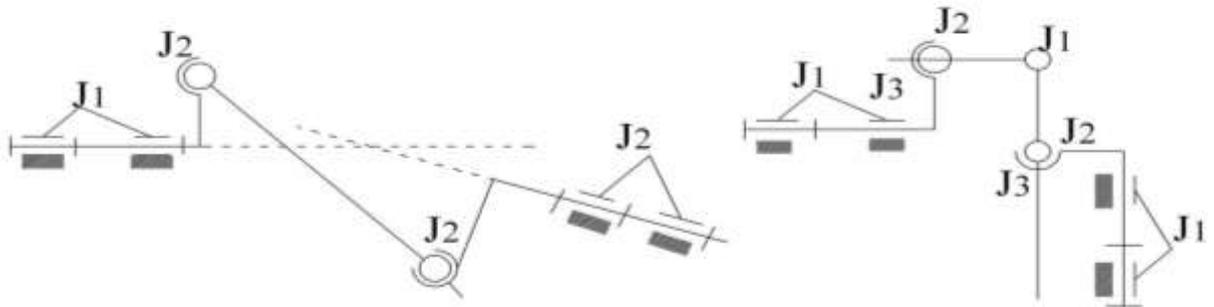


الشكل (37) يبين قارنات كردان بازواجات كروية واسطوانية

الشكل (38) يبين قارنات كردان ذاتية التكوين مؤلفة من أربع حدود لربط الأعمدة المتقاطعة



الشكل (39) يبين قارنات كردان لربط الأعمدة المتقاطعة مع الخيار ($J_1 J_3 J_2 J_1$)

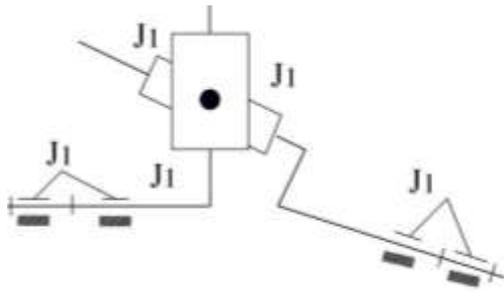


الشكل (40) يبين قارنات كردان لربط الأعمدة المتقاطعة

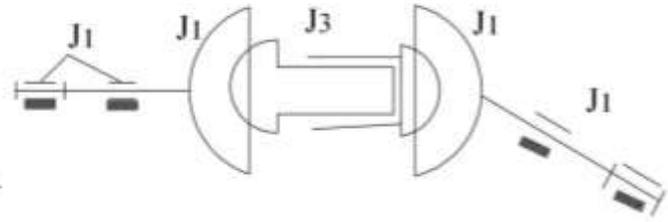
مع الخيار ($J_1 J_2 J_2 J_2$)

الشكل (41) يبين قارنات كردان الأكثر تعقيداً

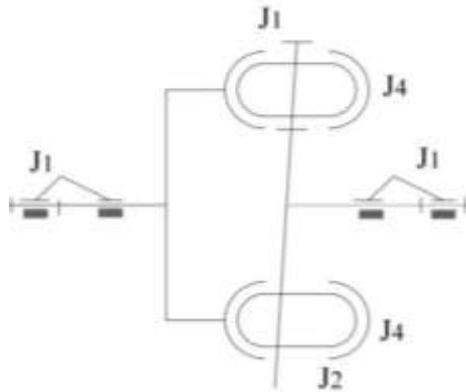
بخمسة حدود وست ارتباطات زائدة



الشكل (42) يبين قارنة بأربع حدود وارتباطين زاندين

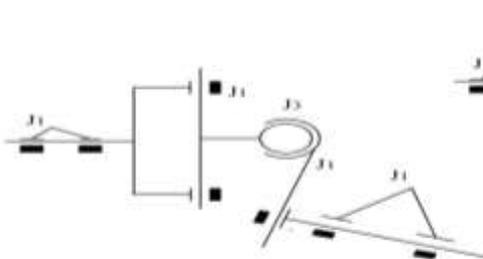


الشكل (43) يبين قارنة كردان بست حدود

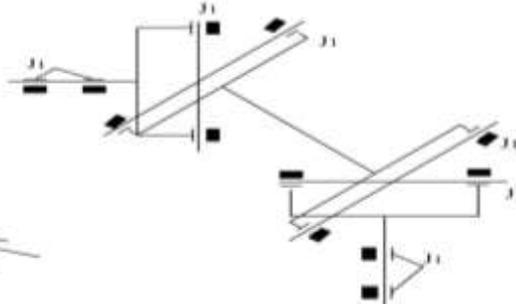


الشكل (44) يبين نموذج آخر لقارنة كردان العامة بست حدود وارتباطات زائدة صفرية

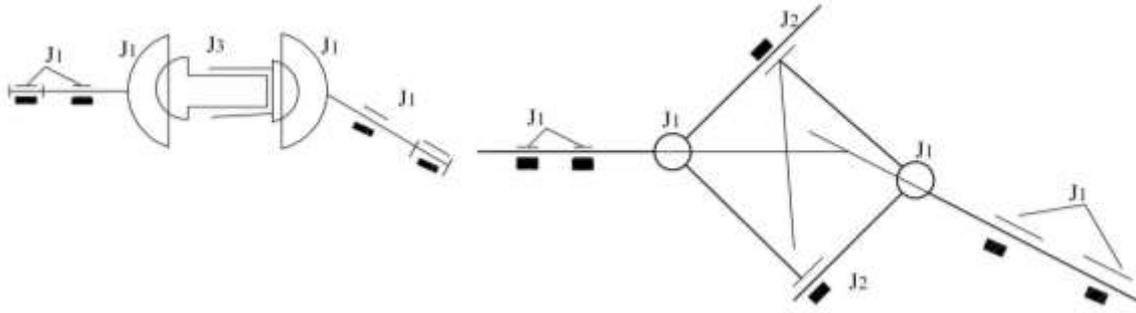
7- إجراء تحليل لتكوين قارنة كردان خماسية الحدود ذاتية التكوين لأجل ربط المحاور المتقاطعة لآليات الخطوط الحديدية المعطيات $M = 1, n = 5, J = 5, b_k = 0$. الميكانيزمات خماسية الحدود مع خمسة ازدواجات حركية سوف تكون ذاتية التكوين لدى تجميع المتحركات لكل الازدواجات فنحصل على سبعة من الخيارات الكثيرة وبالتتابع للازدواجات الحركية نعتمد الخيار $(J_1 J_1 J_3 J_1 J_1)$ ، وهذا مبين على الشكل (45) بعض من قارنات كردان الأكثر صعوبة لسداسية الحدود $n = 6$ مبينة على الشكل (46) (مع اثنين من المفاصل العامة $n = 5, b_k = 1$)، وعلى الشكل (47) يبين قارنة بخمسة حدود مع ارتباطات زائدة صفرية $(n = 5, b_k = 0)$ ، وعلى الشكل (48) $(n = 5, b_k = 1)$.



الشكل (46) يبين قارنة كردان الأكثر صعوبة سداسية الحدود واثنين من المفاصل العامة



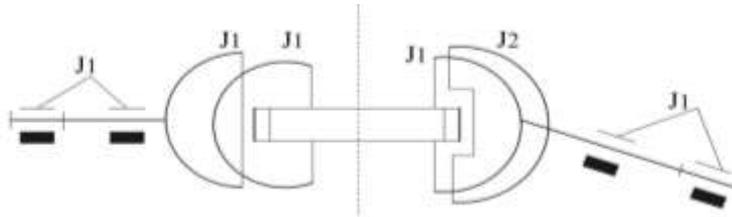
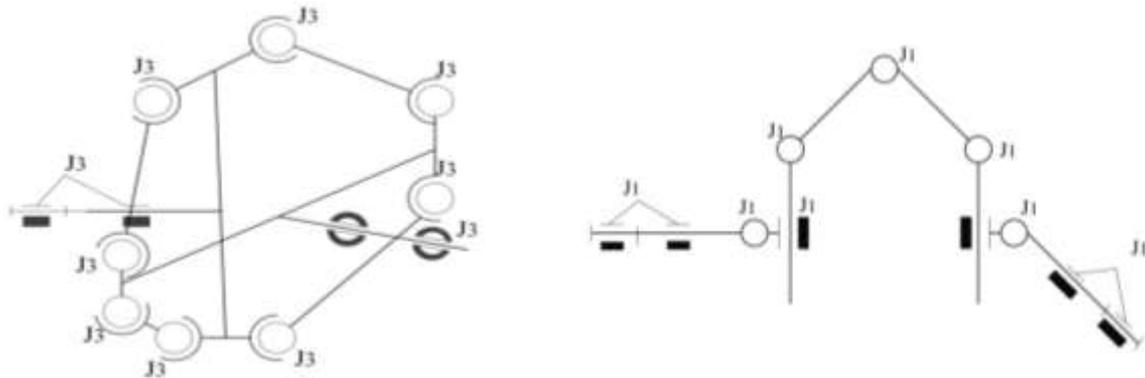
الشكل (45) يبين الخيار $(J_1 J_1 J_3 J_1 J_1)$ لقارنة كردان خماسية الحدود



الشكل(47) يبين قارئة بخمسة حدود

الشكل(48) يبين خيار آخر قارئة بخمسة حدود

8- تحليل بنية سداسية الحدود ذاتية التكوين لقارئة كاردان لأجل توصيل المحاور المتقاطعة لآليات الخطوط الحديدية وفق المعطيات $M = 1, n = 6, J = 6, b_k = 0$. الميكانيزم سداسي الحدود مع ست ازدواجات حركية سوف تكون ذاتية التكوين لدى تجميع المتحركات لكل الازدواجات تساوي سبعة من الكثير من الخيارات، وبالتتابع للازدواجات الحركية نعتد ونستخدم الخيار $(J_1 J_1 J_1 J_2 J_1 J_1)$ ، وهذا الخيار مبين على الشكل(49)، ويدخل في جوهر تكوينه قارئة كردان سباعية الحدود، وهذا مبين على الشكل(50)، ويقترح المفاصل ذاتية التكوين رباعية المتحركات $M = 1 + 4$ ، منها 4 موضعية للجر [3].

الشكل(49) يبين الخيار $(J_1 J_1 J_1 J_2 J_1 J_1)$ لقارئة كردان

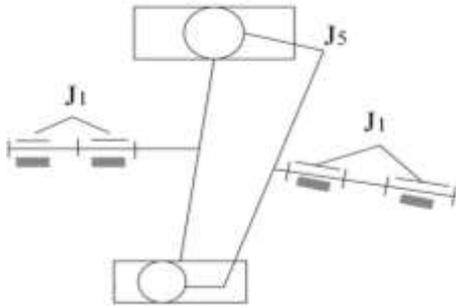
الشكل(50) يبين قارئة كردان سباعية الحدود

الشكل(51) يبين قارئة سباعية الحدود مع سبع ازدواجات ذاتية التكوين

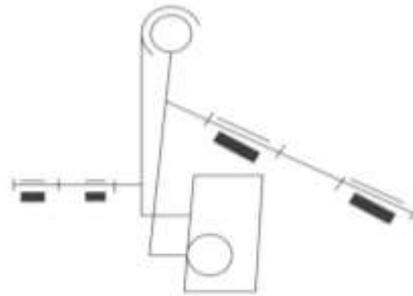
9- تحليل سباعية الحدود ذاتي التكوين لقارنة لكاردان لأجل ربط المحاور المتقاطعة لآليات الخطوط الحديدية وفق المعطيات التالية: $M = 1, n = 7, J = 7, b_k = 0$. الميكانيزم سباعي الحدود مع سبع ازدواجات حركية سوف يكون ذاتي التكوين لدى تجميع المتحركات كلها لازدواجاته التي تساوي سبعة فيكون واحد من الخيارات لمثل هذا الميكانيزم مبينة على الشكل (51).

-تكوين بنية ميكانيزم القارنات(كاردان) لربط المحاور المزاحة والمتصلية

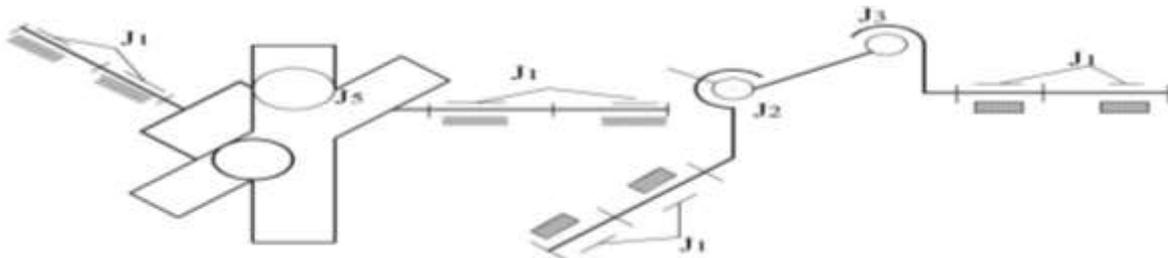
لأجل نقل الحركة الدورانية بين محورين مزاحين ومتصالبين مع سرعة ثابتة، أو بقيمة متوسطة غير متغيرة للمحاور المقادة هناك الكثير من الميكانيزمات الصالحة لأجل ربط المحاور المزاحة عند ذلك توضع بينها الازدواجات الحركية التي تسمح بازاحة المحور لربط المحاور من مستوي واحد إلى آخر بالنسبة لميكانيزمات قارنة كاردان مبينة على الاشكال من (9....50)، و (a16)، و (38،32،31،29،24،22،18،....،48،46،45،43،41.....51). فعند تشكيل قارنة كاردان لأجل ربط المحاور المتصلية يستخدم الأسلوب الذي تم معالجته أعلاه مع استخدام الأحادية و الثنائية المختلفة من الخيارات. من الميكانيزمات الأخرى الذي يمكن أن تعتمد لأجل هذا الهدف نبين ثلاثية الحدود لقارنة كاردان كما هو مبين على الشكل (52) وفق مايلي: $M = 1, n = 3, J_1 = 2, J_2 = 1, b_k = 4$ ، و بذلك يتم تعديل القارنة مع مفاصل كما هو مبين على الشكل (53)، و بتعديل عدد الحدود و الازدواجات و الارتباطات الزائدة كما يلي: $M = 1, n = 6, J_5 = 5, J_1 = 2, b_k = 0$ و يمكن تعديل قارنة كاردان لنحصل على القارنة المبينة على الشكل (54) وفق المعطيات التالية: $M = 1, n = 4, J_5 = 12, J_1 = 2, b_k = 0$ لرباعية الحدود ثنائي المرافق للميكانيزمات الفراغية(عند طول واحد للمرافق) يمكن أن تستخدم مثل قارنة كاردان مع ثبات السرعة الوسطية لوران المحور المقود، وهذا مبين على الشكل (55) وفق مايلي: $M = 1, n = 6, J_3 = 1, J_2 = 1, J_1 = 2, b_k = 0$.



الشكل (52) يبين قارنة كاردان



الشكل (53) يبين قارنة كاردان ثلاثية الحدود مع أربع ارتباطات زائدة



الشكل (54) يبين تعديل لقارنة كاردان مع ازدواجات خماسية

الشكل (55) يبين خيار لقارنة كاردان بازواجات أحادية وثنائية وثلاثية وارتباط زائد صفري

الاستنتاجات و التوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- من أهم ما توصل إليه في هذا البحث هو توضيح أسلوب تحليل بنية ميكانيزم القارنات، وتحديد نوع الازدواجات الحركية الملائمة لتحقيق أبسط تصميم، و بأقل تكلفة مع تحقيق التوضع الذاتي للميكانيزمات بحيث يقوم بمهامه بكل أمان وجودة.
- 2- من خلال هذا البحث تبين أن الخطوة الأولى أمام المصمم يجب أن تكون إجراء التحليل البنيوي أولاً ومن ثم حساب قيمة التحريكية و بالتالي حساب عدد الارتباطات الزائدة لكي يتسنى له معرفة الحدود المكونة للميكانيزم وبالأخص القارنات ونوعية الازدواجات ومن ثم ينتقل إلى الخطوة التالية وهي حساب الأبعاد ونوعية المعدن المستخدم و...الخ.
- 3- تم تطبيق النتائج التي تم التوصل إليها على آليات متعددة وفي مقدمتها آليات الخطوط الحديدية حيث يستخدم ميكانيزم القارنات بشكل كبير، وذلك بغية وضع حلول لمشاكل تصميم هذه القارنات وكذلك سهولة إجراء الصيانة من خلال معرفة تكوين القارنات، وإزدواجاتها الحركية.
- 4- في هذا البحث تم تحديد الشروط الواجب تطبيقها لتحقيق الربط بين الأعمدة التي محاورها على استقامة واحدة أو متعامدة أو تميل بزواوية، وتم من خلال هذا البحث وضع الرسوم البنيوية للأشكال المختلفة لميكانيزمات القارنات، وبالتالي يجب على المصمم اخذ هذه النتائج بعين الاعتبار كخطوة أولى للتصميم.
- 5- إن إجراء التحليل لبنية القارنات يتم من خلال علاقات بسيطة تقوم على حساب التحريكية وعدد الارتباطات الزائدة، وهذا يمكن تحقيقه بالعلاقات البسيطة المذكورة في سياق البحث، ولكن المهم في الدرجة الأولى هو الرسم وتوضع الأعمدة بالنسبة لبعضها البعض، ولذلك تم التركيز في بحثنا على كيفية تطبيق هذه العلاقات على الأشكال المختلفة للقارنات بحيث تم تطبيق الدراسة على أغلب الأنواع المستخدمة في تصميم الآليات، وهذه النتائج والرسوم أصبحت الآن في أيدي المصممين الراغبين بالتصميم السليم والدقة والاقتصاد.
- 6- تم التركيز في هذا البحث بشكل خاص على الأشكال المختلفة لقارنات كاردان لما لها من تطبيقات و استخدامات واسعة الانتشار، وتبين لنا أن ضرورة إجراء هذا التحليل لبنية هذه القارنات يعطي صورة واضحة عن شكل القارنات الواجب استخدامها ومكونات حدودها وطريقة التجميع.
- 7- تم التوصل في هذا البحث إلى توضيح ما هي الإجراءات الواجب اتخاذها لتحقيق الربط للأعمدة المزاحة لمختلف الحالات بسرعة ثابتة أو بسرعة متغيرة، وذلك من خلال وجود الارتباطات الزائدة والازدواجات وحيدة درجة الطلاقة أو ثنائية...الخ.

التوصيات:

- 1- نقترح بأن يتم العمل على تطوير هذا البحث من أجل تطبيقه على كامل ميكانيزمات الآليات الأخرى، و بالأخص عند القيام بإجراء تصاميم لميكانيزمات القارنات الأخرى.
- 2- نقترح استخدام نتائج هذا البحث و أسلوبه وبالأخص مفهوم التحريكية لمعرفة آلية عمل النظام الميكانيكي، وكذلك تطوير طرق التصميم مع التنفيذ الدقيق لها وذلك من خلال توضيح نوعية الازدواجات الواجب استخدامها ليتم تنفيذ العمل المطلوب.

المراجع:

- 1- يوسف نزيه، حجي مروان استخدام معيار تقييد الحركة لتحليل بنية الآليات المستوية التي تملك درجة طاقة واحدة و ازدواجات من ذات النوع وتطبيق ذلك على آلة مكونة من/14/حداً، مجلة جامعة البعث، عام 2011 المجلد 33.
- 2-Сухих Р.Д. ,Дружинин Ю.А., Алексеев А.А. *синтезе механизмов железнодорожного транспорта часть I*, кафедра теория механизма и работотехнический системы, Лениград, 1980, р.22.
- 3-Сухих Р.Д. ,Дружинин Ю.А., Алексеев А.А. *синтезе механизмов железнодорожного транспорта часть 2*, кафедра теория механизма и работотехнический системы, Лениград, 1980, р.,25.
- 4-Сухих Р.Д. ,Дружинин Ю.А., *сборник задач по теории механизмов и машин часть I*, кафедра теория механизма и работотехнический системы, Лениград, 1991, 28с.
- 5- Kennet H.J, *Kinematics ,dynamics,and design of machine* New York,1999,p.640.
- 6-Фролова К. В. *Теория механизмов и машин*, высшая школа, Москва, 1987, р.496
- 7- ПОЖБЕЛКО В.И. *НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА ПЛОСКИХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ С УЧЕТОМ ПРИМЕНЕНИЯ СЛОЖНЫХ ШАРНИРОВ*, Теория Механизмов и Машин, С.-Петербургский гос. университет технологии и дизайна, №1. Том 4,2006,pp.27-37.
- 8-Пейсах Э.Е.,Ностеров В.А. *система проектирования плоских рычажных механизмов*,Машиностроение,Москва,2000,р.904.
- 9- СЕМЕНОВА Ю. А., СЕМЕНОВ, Н. С. *СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ*, Теория Механизмов и Машин, С.-Петербургский гос. университет технологии и дизайна №2, 2003,pp.3-15.
- 10- Пейсах Э.Е. *Оструктрном синтезе рычажных механизмов*,Теория механизмов и машин,С.-Петербургский гос. университет технологии и дизайна №(1)Том5, ,2005, р77-80.
- 11- Дворников Л.Т., Гудимова л.Н., *Задача о поиске многообразия восьмизвенных плоских шарнирных групи Ассура*, Теория механизмов и машин,С.-Петербургский гос. университет технологии и дизайна, №(1)Том6, 2008,pp.15-29.
- 12- Дворников Л.Т., *Квопросу о классификации плоских групи Ассура*, Теория механизмов и машин,С.-Петербургский гос. университет технологии и дизайна, №(2)Том6, 2008,pp.18-25.
- 13- Пейсах Э.Е., *структрный синтезе замкнутых кинематических цепей часть I*,Теория механизмов и машин,С.-Петербургский гос. университет технологии и дизайна, №(1)Том6, 2008,pp.4-14.
- 14-Jing –Shan Zhao, Zhi-Jing Feng, Jing-Xin Dong *Computation of the configuration degree of freedom of a spatial parallel mechanism by using reciprocal screw theory, Mechanism and Machine Theory* ,Том41, 2006,pp. 1486-1504.