الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية وبموجب أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ والمعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 وتاريخ 1439/10/19هـ، ولائحته التنفيذية.
يقرر منح:

شركة أراي تكنولوجيز، انك
Array Technologies, Inc

براءة اختراع رقم: SA 7471

بتـــاريخ: 1442/05/28 هـ
الموافق: 2021/01/12 م

عن الاختراع المسمى:

أجهزة وأنظمة وطرق محددة للالتواء ومتتبعات شمسية تتضمن محددات الالتواء
Torsion Limiter Devices, Systems And Methods And Solar Trackers Incorporating Torsion Limiters

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 7471 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1442/05/28 هـ
الموافـــق: 2021/01/12 م

[21] رقم الطلب: 516371694
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1437/11/15 هـ
الموافق: 2016/08/18 م
[30] بيانات الأسبقية:
2014/02/19 US 61/941.754 م
2014/10/19 US 62/056.741 م
[72] اسم المخترع: رونالد بي. كوريو
[73] مالك البراءة: شركة أراي تكنولوجيز، انك
عنوانه: 3901 ميدواي بليس إن إي، البوكيرك، إن إم 87109، الولايات المتحدة الأمريكية
جنسيته: امريكية
[74] الوكيل: التميمي ومشاركوه للمحاماة والإستشارات القانونية

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2015/016290
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2015/02/18 م
[87] رقم النشر الدولي: WO 2015/126890 A1
تاريخ النشر الدولي: 2015/08/27 م
[51] التصنيف الدولي(IPC[8]):
F24J 002/054, F24J 002/046
F24J 002/038
[56] المراجع:
US 2013340807, US 4323052

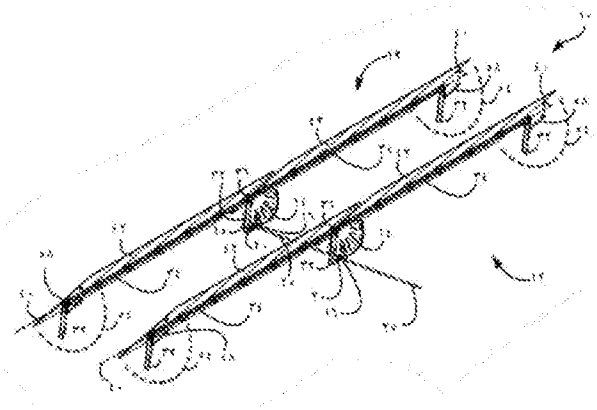
الفاحص: عبدالحكيم بن سليمان السعيد

[54] اسم الاختراع: أجهزة وأنظمة وطرق محددة للالتواء ومتتبعات شمسية تتضمن محددات الالتواء

Torsion Limiter Devices, Systems And Methods And Solar Trackers Incorporating Torsion Limiters

[57] الملخص: تركيب متتبع شمسي solar tracker assembly يشمل عمود دعم support column، شعاع التواء torsion beam متصل بعمود الدعم support column، آلية تثبيت mounting mechanism مرتبطة بشعاع الالتواء torsion beam، نظام دفع drive system متصل بشعاع الالتواء torsion beam، ومحدد التواء متصل بمخرج نظام الدفع drive system. عندما تقوم قوة خارجية بالتسبب بجعل مستوى الالتواء level of torsion في نظام الدفع drive system يتجاوز الحد المحدد مسبقا، يقوم محدد الالتواء torsion limiter بتسهيل الحركة الدورانية لتركيب المتتبع الشمسي tracker assembly solar باتجاه الالتواء، وبالتالي السماح للقوة الخارجية external force بالدوران حول محور ارتكاز pivot axis يمتد على طول شعاع الالتواء torsion beam. تشمل التجسيدات المثالية أيضا طرق لمحاذاة الصفوف المتعددة في المتتبعات الشمسية solar trackers. الشكل (3)

عدد عناصر الحماية (21)، عدد الأشكال (24)



أجهزة وأنظمة وطرق محددة للالتواء ومتتبعات شمسية تتضمن محددات الالتواء

Torsion Limiter Devices, Systems And Methods And Solar Trackers Incorporating Torsion Limiters

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الكشف الحالي بأجهزة وأنظمة وطرق محددة للالتواء torsion limiter . ويتعلق الكشف الحالي أيضا بآليات تحرير عزم الدوران torque release mechanisms في أنظمة تحديد المواقع الميكانيكية mechanical positioning systems. كما ويتعلق الكشف الحالي أيضا بحد الالتواء torque limiting ، وتركيبات القابض الانزلاقي slip clutch assemblies.

عندما تهب الرياح على مصفوفة تتبع الطاقة الشمسية الضوئية solar tracking photovoltaic (PV) أو غيرها من نظم تحديد المواقع المدفوعة ميكانيكيا mechanically driven positioning systems والتي تتعرض لقوى بيئية في الهواء الطلق، فإنها تتسبب في ضغوطات إيجابية وسلبية على المصفوفة التي بإمكانها أن تعمل بشكل مستقل، أو تراكمي، أو تفاضلي. وتصنف هذه القوى الرياحية عادة كعزم سحب، ورفع، وسفلي ومفصلي حول محور الدوران. تختلف القوى الرياحية اعتمادا على سرعة الرياح واتجاهها وعلى زاوية التتبع الدورانية للمصفوفة. كما ويكون تأثير هذه القوى في العادة أكبر على الهياكل الخارجية للحقول ذات المصفوفة الكبيرة.

في العادة، في أنظمة التتبع الشمسية ذات محور واحد، تتم مقاومة الرفع والسحب المستحث على المصفوفة المتتبعة أو على أي من الأنظمة الميكانيكية الأخرى عند نقاط متعددة داخل الهيكل. إلا أنه وكما يتضح من النظم القائمة، فإن العزم المفصلي عادة ما يقاوم عند نقطة واحدة. ومن الممكن للقوى الالتوائية الناتجة المطبقة على أنابيب التواء طويلة نسبيا أو على غيرها من التشكيلات الشعاعية أن تكون كبيرة، وتميل إلى التفاعل مع المرونة الالتوائية لهيكل التعقب. تتطلب مواجهة القوى الكبيرة للعزم المفصلي المطبقة عند نقطة واحدة من الهيكل، أعضاء التوائية قوية قادرة على مقاومة كل من عزم الدوران المدمج الكبير وأحمال الشعاع في النظام دون مرونة

زائدة. من الممكن لقوى العزم المفصلي أن تظهر على شكل قوة ثابتة أو قوة ديناميكية في بعض الأحيان والتي تعرف باسم الانحراف الالتوائي. وفي حال كان النظام الهيكلي للتعقب مرن في تصميمه، وتم ضبط التوائه في نقطة واحدة، فإنه من الممكن للانحراف الالتوائي والقوى الديناميكية الأخرى أن تحدث والتي بدورها قادرة على زيادة الحمل على الهيكل بشكل كبير. ولهذا فإنه لمن المفيد هيكليا الحد من مرونة هيكل المتتبع لخفض أو القضاء على التفاعلات الرياحية التي قد تتسبب في مثل هذه القوى الديناميكية.

وبناء على ذلك، فإن هناك حاجة لوجود آلية تحد من أعلى قوة للعزم المفصلي من الممكن لنظام التتبع أن يتعرض لها و / أو تسمح للنظام بمقاومة قوى العزم المطبقة عند نقاط متعددة، وبالتالي التقليل أو القضاء بشكل فعال على القوى الديناميكية / التوافقية التي يتعرض لها الهيكل. يزيد التقليل من التواء الهيكل من قدرة الحمل الشعاعي في الأعضاء الهيكلية ذات صلة وذلك لأن الحمل المدمج للالتواء والحمل الشعاعي أقل من ذلك. وبتقليل قوة الالتواء العظمى ومن ثم توفير وسائل لمقاومة قوة التواء عظمى أقل عند نقاط متعددة على طول الهيكل، فإن ذلك يسمح بإدراج مكونات هيكلية أخف لخفض وزن المادة وتكلفة أنظمة التتبع الشمسية.

<u>الوصف العام للاختراع</u>

تخفف التجسيدات المثالية للكشف الحالي وبشكل كبير من مساوئ الأنظمة الميكانيكية mechanical systems المعروفة مثل المتتبعات الشمسية solar trackers من خلال دمج محدد التواء torsion limiter ، والذي من الممكن أن يكون في بعض الأحيان قابض محدد للعزم torque limiting clutch، عند مخرج صندوق التروس الأولي primary gearbox، قبل الارتباط بمسنن الترس الثانوي secondary gear rack في كل صف متتبع tracker row . جوهريا، يضع هذا آلية إطلاق عزم دوران محددة مسبقا pre-set torque release mechanism بين المكونات مضغوطة الالتواء torsion stressed components والمحرك drive في كل صف تتبع tracker row مزود بمحرك منفرد individually motorized أو مربوط linked في نظام التتبعtracker system . تقلل التجسيدات النموذجية من هذا الكشف بشكل كبير من الرياح التي تتطبق على قوى الالتواء torsion forces في مصفوفة التتبع

tracker array للحد ماديا من المتطلبات الهيكلية structural requirements لنظام التتبع. قد يؤدي الحد ماديا من الهيكل إلى انخفاض كبير في تكلفة نظام التتبع.

تعمل التجسيدات المثالية في محدد العزم torsion limiter كصمام تخفيف للقوى الالتوائية torsional force relief valve يقوم بالتقليل من العزم المفصلي hinge moments وإزالة أي قوى ديناميكية جوهرية من الممكن للرياح أن تحدثها على الأنظمة الميكانيكية مثل هياكل التتبع الكهروضوئية PV tracking structures . الوظيفة الهامة هي التخفيف من الالتواء أثناء وجود الرياح العالية والسماح لكل صف تتبع منفرد بالانتقال إلى موضع مختلف إلى أن تتحرك المصفوفة إلى موضع تصبح فيه قوى الالتواء غير قادرة على التغلب على قوى إطلاق عزم الالتواء الحالية، أو إلى أن تتحرك المصفوفة بواسطة القوى الالتوائية إلى زوايا الدوران القصوى ومن ثم يتم ضبطها عند نقاط متعددة على الهيكل. ويقوم تضمين نقاط متعددة على طول المصفوفة عند مواضع دوران قصوى extreme rotation positions بالتقليل من قوة الالتواء عند أي مقطع من المكون أو المكونات الهيكلية المقاومة للالتواء torsional resisting structural component.

في التجسيدات المثالية، من الممكن لمحدد الالتواء torsion limiter أن يعمل أيضا بمثابة مخفف للحمل الزائد overload relief لقوة الإدخال في المحرك في حال لم يكن بوسع المصفوفة التحرك نتيجة لعائق مثل حمل الثلج الثقيل الغير متوازن unbalanced heavy snow load ، أو الانجراف الثلجي snow drift ، أو الكثبان الرملية sand dune ، أو في حال كان واحد أو أكثر من مجموعات التروس المترابطة linked gear sets قد وصل لحالة الحد التوقف الأقصى extreme limit stop condition. في هذه الحالة يقوم القابض المحدد للالتواء بفك ارتباط قوى الإدخال الدافعة عن قوى الإخراج في حال كانت المقاومة المعرقلة أكبر من حد العتبة لمحدد الالتواء. في التجسيدات المثالية، فإن القوى التي سيتم الإفراج عنها بواسطة محدد الالتواء ستكون كلا قوى العزم المفصلية hinge moment forces المطبقة خارجيا على المصفوفة، ومن آلية الإدخال الدافعة input driving mechanism، عندما تكون قوى الإدخال الدافعة اللازمة لنقل المصفوفة فوق حد العتبة لمحدد الالتواء.

تشمل التجسيدات المثالية لتركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly عمود دعم support column، وشعاع التواء torsion beam متصل بعمود الدعم، وآلية تثبيت

mounting mechanism مرتبطة بشعاع الالتواء، ونظام دفع drive system متصل بشعاع الالتواء، ومحدد التواء متصل بنظام الدفع. ومن الممكن لتركيب المتتبع الشمسي أن يشمل أكثر من عمود دعم وأن يشمل أيضا توقفا عند كل عمود الدعم. من الممكن أن يتم تهيئة شعاع الالتواء ليكون له مركز جاذبية متوازن بحيث يدور حول مركز الجاذبية المتوازن. عندما تقوم قوة خارجية مثل الرياح بالتسبب بجعل مستوى الالتواء في النظام يتجاوز الحد المحدد مسبقا، فإن محدد الالتواء يقوم بعد ذلك بتسهيل الحركة الدورانية لتركب المتتبع الشمسي باتجاه الالتواء، وبالتالي السماح للقوة الخارجية بتدوير التركيب حول محور ارتكاز يمتد على طول شعاع الالتواء.

في التجسيد المثالية، يقوم محدد الالتواء بفك ارتباط الالتواء الزائد بحيث يتم تحرير القوة الخارجية عن طريق السماح للمصفوفة بالانتقال إلى موضع الدوران الثاني second rotational position. من الممكن للحركة باتجاه الالتواء أن تشمل تحريك تركيب المتتبع الشمسي من موضع الدوران الأول first rotational position إلى موضع دوران ثاني واحد على الأقل. في تجسيدات مثالية، عندما تكون القوة الخارجية كبيرة بما فيه الكفاية، يتحرك المتتبع الشمسي إلى موضع توقف دوراني أقصى. يكون التوقف الميكانيكي لموضع الدوران الأقصى عند أقصى زاوية دوران ومن ثم يتلقى مقاومة عند نقاط متعددة في هيكل التتبع بحيث يتم دعم العضو الهيكلي الرئيسي المقاوم للالتواء جوهريا بشكل دوراني عند نقاط متعددة، مما يحد وبشكل فعال من التواء هيكل شعاع الالتواء.

من الممكن للحركة في اتجاه الالتواء أن تشمل تحريك تركيب المتتبع الشمسي من موضع دوران أول إلى مواضع دوران ثاني أو متعددة. في تجسيدات مثالية، يتم تقييد تركيب المتتبع الشمسي في مواضع الدوران القصوى الخاصة به في مواضع متعددة موزعة على طول الهيكل المقاوم للالتواء في تركيب المتتبع الشمسي. يقوم محدد الالتواء بحد العزم المفصلي حول محور الارتكاز الذي يمتد على طول شعاع الالتواء عندما لا يكون المتتبع عند المواضع القصوى عن طريق السماح للمتتبع بالدوران لتحرير قوة التوائية وتقوم التوقفات المتعددة عند المواضع القصوى بالحد من الالتواء بشكل جوهري عند أي مقطع من العضو الهيكلي المقاوم الالتواء عندما لا يكون بمقدرة النظام الدوران أكثر من ذلك.

في تجسيدات مثالية، يشمل نظام الدفع في تركيب المتتبع الشمسي تركيب ترس gear assembly يشمل عجلة ترس واحدة على الأقل. في تجسيدات مثالية، يتضمن تركيب الترس صندوق ترس ذات اتجاه واحد one-way gearbox ويكون محدد الالتواء عبارة عن قابض محدد الالتواء. من الممكن لمحدد الالتواء أن يكون أيضا عبارة عن قابض انزلاقي slip clutch في بعض التجسيدات. في تجسيدات مثالية، يتضمن تركيب الترس اقتران احتكاك يربط عجلة الترس friction coupling engaging the gear wheel ويتواجد محدد الالتواء عند اقتران الاحتكاك friction coupling . من الممكن لمحدد الالتواء أن يتواجد عمد مخرج مرحلة الترس الأولى first gear stage من تركيب الترس gear assembly. في تجسيدات مثالية، يكون تركيب المتتبع الشمسي عبارة عن متتبع دفع / سحب مرتبط push/pull linked tracker ويكون محدد الالتواء عبارة عن جهاز انزلاق خطي linear slip device أو رابط قابض خطي linear clutch linkage. من الممكن لتركيب التتبع الشمسي أن يشمل نظام هيدروليكي hydraulic system، ومن الممكن لمحدد الالتواء أن يكون على شكل صمام مخفف للضغط pressure relief valve في النظام الهيدروليكي. من الممكن لتركيب المتتبع الشمسي أن يشمل أيضا مثبطا يتم إدراجه في أو بالقرب من مسنن الترس للسيطرة على تحرير القوة الالتوائية وإبطاء حركة تركيب المتتبع الشمسي.

تشمل التجسيدات المثالية طرق محاذاة مصفوفة شمسية تشمل أكثر من صف من المتتبعات الشمسية، وتوفير محدد للالتواء يرتبط بشكل فردي بكل صف من المتتبعات الشمسية، حيث تواجه واحد أو أكثر من المتتبعات الشمسية حد دوران ميكانيكي يتسبب في جعل مستوى الالتواء الناجم عن مجموعة الحركة في الصف الواحد على الأقل في المتتبعات الشمسية بتجاوز حد العتبة لمحدد الالتواء، في حين يمنع محدد الالتواء الصف الواحد على الأقل المحدد ميكانيكيا من الدوران في حين يقوم بالوقت نفسه بدفع دوران الصفوف المتعددة الأخرى في المتتبع الشمسي. تشمل مجموعة الصفوف في المتتبعات الشمسية عدة صفوف مرتبطة بالمتتبعات الشمسية. يقوم شرط الحد الميكانيكي في الصف الواحد على الأقل في المتتبعات الشمسية من الصفوف المتعددة في المتتبعات الشمسية بخلق مستوى التواء في المتتبع يتجاوز حد عتبة محدد مسبقا.

لا يدور الصف الواحد على الأقل المحدد ميكانيكيا لا تدور في حين تدور الصفوف الأخرى المتعددة من المتتبعات الشمسية وتصل إلى موضع الحد الميكانيكي الأقصى mechanical limit position لها إلى أن تتوقف كامل مجموعة الصفوف في المتتبعات الشمسية عن الدوران. عندما يصل كل صف إلى موضع الحد الميكانيكي الأقصى له، يتوقف كل صف تتبع عن الحركة الدورانية في حين تدور الصفوف الأخرى المتعددة في المتتبع الشمسي إلى أن تصل إلى حدها الميكانيكي. عندما تصل جميع صفوف التتبع إلى حدها الميكانيكي، تكون جميعها في محاذاة بعضها البعض.

تعد الآلية نفسها التي تقوم بالحد من وتحرير عزم الدفع عند حد العتبة الآمن مفيدة في حال انسداد واحد أو أكثر من الصفوف التتبع نتيجة للظروف البيئية الخارجية مثل الثلوج العائمة، الكثبان الرملية أو غيرها من العوائق. من الممكن لمحدد الالتواء أن يحفظ مصفوفة التتبع من التلف نتيجة الانسداد ويقوم في الوقت نفسه بالسماح للمتتبع بالدوران في حركة محدودة إلى أن تتم إزالة العائق.

في تجسيدات مثالية، أثناء الالتواء الزائد الناتج عن قوى خارجية، تشمل الحركة في اتجاه الالتواء حركة صف واحد على الأقل في المتتبع الشمسي من موضع دوران أول إلى موضع دوران ثان واحد على الأقل. من الممكن للحركة في اتجاه الالتواء أن تشمل حركة صف واحد على الأقل في المتتبع الشمسي من موضع دوران أول إلى مواضع دوران متعددة. في تجسيدات مثالية، يضرب الصف الواحد على الأقل من المتتبع الشمسي قيود ميكانيكية متعددة في مواضع دوران متعددة أو مواضع الحد الأقصى. من الممكن لكل صف من المتتبع الشمسي أن يشمل أكثر من عمود دعم وتوقف عند كل عمود دعم. تشمل التجسيدات المثالية أيضا دمج مثبط بالقرب من أو على محدد الالتواء للسيطرة على تحرير القوة الالتوائية وإبطاء حركة تركيب المتتبع الشمسية.

تشمل التجسيدات المثالية لتركيب المتتبع الشمسي المزود بمحرك منفرد singular motorized solar tracker assembly ، عمود دعم، واحد أو أكثر من أشعة الالتواء تكون متصلة بعمود الدعم، نظام تثبيت وحدة شمسية solar module mounting system يرتبط بواحد أو أكثر من حزم الالتواء، نظام دفع يتصل بواحد أو أكثر من حزم الالتواء ، وفرامل محركmotor brake . يشمل نظام الدفع علبة تروس ثنائية bi-directional gearbox الاتجاه لها مداخل ومخارج، وتقع فرامل المحرك motor brake عند مدخل علبة التروس ثنائية الاتجاه. عندما تتسبب قوة

خارجية بمستوى من الالتواء على نظام الدفع يتجاوز الحد المحدد مسبقا، تنزلق فرامل المحرك، أو في حال كانت فرامل المحرك داخل المحرك نفسه فإنه يتم دفع المحرك إلى الوراء من خلال النظام، مما يسهل قيادة النظام للخلف وتحرير القوة الالتوائية.

في تجسيدات مثالية يشمل نظام الدفع بالترس gear drive system تركيب ترس gear assembly يتضمن قابض محدد لعزم الدوران torque-limiting clutch وعجلة ترس حلزوني worm gear wheel واحدة على الأقل. من الممكن لتركيب الترس أن يكون أو لا يكون موجودا في علبة التروس. عندما يتجاوز مستوى عزم الدوران للترس المستوى الحالي تنزلق القوابض. من الممكن لتركيب الترس أن يشمل قسمين مسننين two taper sections يرتبطان بعجلة الترس الحلزوني. في تجسيدات مثالية، يقع القابض المحدد لعزم الدوران على القسمين المسننين. من الممكن للقابض أن يكون قابلا للتعديل بواسطة صمولة تقوم بتغيير توتر النابض عند الأقسام المسننة. من الممكن للقابض المنزلق أن يتخذ أشكال مختلفة في التجسيدات المثالية وفي أشكال أخرى بناء على ما تتطلبه الأنظمة الميكانيكية المدفوعة بتروس gear-driven mechanical systems.

في تجسيدات مثالية، يشمل تركيب المتتبع الشمسي عمود دعم واحد على الأقل، شعاع التواء متصل بعمود الدعم، مع محور ارتكاز يمتد على طول شعاع الالتواء، آلية تثبيت مرتبطة بشعاع الالتواء، واحد أو أكثر من الوحدات الشمسية مركبة على آلية التثبيت، وتركيب علبة تروس يحتوي على قابض محدد لعزم دوران وعجلة ترس حلزوني واحد على الأقل. عندما يتجاوز مستوى عزم الدوران في علبة التروس حد العتبة المحدد مسبقا، تنزلق القوابض.

تشمل التجسيدات المثالية للنظام الميكانيكي المدفوع بتروس وحدة ميكانيكية مدفوعة بتروس gear-driven mechanical unit واحدة على الأقل تتضمن مسننات ترس gear rack واحدة على الأقل، ونظام دفع بالترس يرتبط بمسننات الترس. يشمل نظام الدفع بالترس تركيب تروس يتضمن عجلة ترس واحدة على الأقل، وقابض محدد لعزم الدوران يقع على مخرج تركيب الترس، في موقع يكون قبل ارتباط نظام الدفع بالترس ومسننات الترس. عندما يتجاوز مستوى عزم الدوران في تركيب التروس المستوى الحالي تنزلق القوابض، وتحرر عزم الدوران على الوحدة الميكانيكية المدفوعة بتروس.

في تجسيدات مثالية، يتضمن تركيب التروس قسم مسنن واحد على الأقل يرتبط بعجلة التروس، ويقع القابض المحدد لعزم الدوران عند القسم المسنن. من الممكن للقابض أن يكون قابلا للتعديل بواسطة صمولة تقوم بتغيير توتر النابض عند الأقسام المسننة. في تجسيدات مثالية، تكون الوحدة الميكانيكية المدفوعة بتروس قابلة للتدوير. في تجسيدات مثالية، تدور الوحدة الميكانيكية المدفوعة بتروس إلى موضع توقف صعب عند أقصى زاوية دوران لها.

تشمل التجسيدات المثالية للنظام الميكانيكي المدفوع بتروس وحدة ميكانيكية مدفوعة بالتروس واحدة على الأقل قابلة للتدوير حول محور الدوران ونظام الدفع بالترس. تشمل الوحدة الميكانيكية المدفوعة بالتروس، مسنن ترس واحد على الأقل ويرتبط نظام الدفع بالترس بمسنن الترس. يشمل نظام الدفع بالترس تركيب ترس يتضمن عجلة ترس واحدة على الأقل وقابض محدد لعزم الدوران يقع على مخرج تركيب الترس. عندما يتجاوز مستوى عزم الدوران في تركيب التروس مستوى محدد مسبقا تنزلق القوابض، وتحرر عزم الدوران على الوحدة الميكانيكية المدفوعة بتروس وتحد العزم المفصلي حول محور الدوران.

في تجسيدات مثالية، يقع القابض المحدد لعزم الدوران عند مخرج المرحلة الأولى من التروس first gear stage في الوحدة الميكانيكية المدفوعة بتروس. في تجسيدات مثالية، يتم إدراج القابض المحدد لعزم الدوران عند مدخل مسنن الترس في الوحدة الميكانيكية المدفوعة بترس. من الممكن للوحدة الميكانيكية المدفوعة بترس الواحدة على الأقل أن تشمل أكثر من وحدة ميكانيكية مدفوعة بترس. في تجسيدات مثالية، تدور كل وحدة ميكانيكية مدفوعة بترس إلى موضع توقف محدد ميكانيكيا عن زاوية الدوران القصوى لها.

تشمل التجسيدات المثالية لنظام التتبع الشمسي، تركيب متتبع شمسي واحد على الأقل يتم تثبيته بشكل تدويري على القابض المحدد لعزم الدوران. يشمل تركيب المتتبع الشمسي عمود دعم واحد على الأقل، شعاع التواء متصل بعمود الدعم، وسائل وحدات تثبيت module mounting means متصلة بشعاع الالتواء، تركيب دفع بالتروس gear drive assembly واحد على الأقل متصل بشعاع الالتواء. يمتد محور الارتكاز على طول شعاع الالتواء. يقوم القابض المحدد لعزم الدوران بربط تركيب الدفع بالتروس. عندما يتجاوز مستوى عزم الدوران في تركيب الدفع بالتروس

المستوى الحالي تنزلق القوابض، مما يسمح لنظام التتبع بالدوران وبالتالي تحرير عزم الدوران على تركيب المتتبع الشمسي والحد من العزم المفصلي حول محور الارتكاز.

في تجسيدات مثالية، يقع القابض المحدد لعزم الدوران عند مخرج المرحلة الأولى للتروس في تركيب المتتبع الشمسي. في تجسيدات مثالية، يتم إدراج القابض المحدد لعزم الدوران في تركيب الدفع الموجود في تركيب المتتبع الشمسي. من الممكن لتركيب الدفع بالتروس أن يشمل ترس دفع رئيسي حيث يتم دمج القابض المحدد لعزم الدوران على مخرج ترس الدفع الرئيسي. في تجسيدات مثالية، يدور تركيب المتتبع الشمسي لإشراك توقف ميكانيكي في أقصى زاوية دوران له.

من الممكن لنظام التتبع الشمسي أن يكون نظام ربط بحيث يتم دمج القابض المحدد لعزم الدوران بين ذراع وصل arm connection وأنبوب الالتواء torsion tube . من الممكن لنظام التتبع الشمسي أن يكون متتبع دفع / سحب مرتبط push/pull linked tracker. في تجسيدات مثالية أخرى، من الممكن لنظام التتبع الشمسي أن يكون نظاما مدفوعا هيدروليكيا hydraulically driven ، ومن الممكن للقابض المحدد لعزم الدوران أن يكون صمام لتخفيف الضغط pressure relief valve.

وبناء على ذلك، يتضح أن محددات الالتواء، والقوابض المحددة لعزم الدوران، وأنظمة الدفع بالتروس، والمتتبعات الشمسية، وطرق تحرير عزم الدوران المتصلة بها قد تم تقديمها. تقدم الأجهزة والنظم والطرق التي تم الكشف عنها آلية لتحرير عزم دوران متواجد، وبالتالي تقليل أو القضاء على العزم المفصلي والقوى الديناميكية الأخرى الموجودة على هيكل التتبع الكهروضوئية PV tracking structure. سيتم إدراك هذه الخصائص وغيرها من المزايا الأخرى عند الإطلاع على الوصف التفصيلي التالي، جنبا إلى جنب مع الرسومات المرفقة والتي تشير بها الأرقام المرجعية إلى الأعضاء المرتبطة بها في كامل الوصف.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

ستتضح ملامح ومزايا الكشف الحالي المذكورة أعلاه بشكل أكبر بالإشارة إلى الوصف التالي باتخاذه مشتركا مع الرسومات المرفقة بحيث تدل الأرقام المرجعية على العناصر المرتبطة بها:

الشكل 1أ هو عرض تخطيطي لتجسيد مثالي لوحدة ميكانيكية mechanical unit وفقا للكشف الحالي،

الشكل 1ب هو عرض تخطيطي لتجسيد مثالي لوحدة ميكانيكية وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 1ج هو عرض تخطيطي لتجسيد مثالي لوحدة ميكانيكية وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 1د هو عرض تخطيطي لتجسيد مثالي لوحدة ميكانيكية وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 2 هو مخطط انسيابي لعملية لطريقة مثالية لمحدد التواء limiting torsion وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 3 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لمتتبع شمسي solar tracker وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 4 هو عرض منقطع تفصيلي لتجسيد مثالي لمتتبع شمسي يتضمن محدد التواء وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 5 هو عرض منقطع تفصيلي لتجسيد مثالي لوحدة ميكانيكية مدفوعة بترس gear-driven mechanical unit تتضمن محدد التواء وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 6 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لمحدد التواء لوحة متعددة الاحتكاك multiple friction plate torsion limiter وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 7أ هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لمتتبع شمسي مدفوع بشكل منفرد individually motorized solar tracker يتضمن محدد التواء مثالي وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 7ب هو عرض منظوري لتجسيد مثالي للمتتبع الشمسي في الشكل 7أ؛

الشكل 8 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لمصفوفة متتبع شمسي مرتبط مدفوع بتروس linked gear drive solar tracker array يتضمن قابض مثالي محدد لعزم الدوران torque-limiting clutch وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 9 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لنظام متتبع دفع/سحب push/pull tracker system يتضمن تجسيدا مثاليا لمحدد التواء تدويري وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 10 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لنظام متتبع دفع/سحب مرتبط push/pull linked tracker system يتضمن تجسيدا مثاليا لمحدد قوى انزلاق خطية linear slip force limiter وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 11 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لمحدد قوى انزلاق خطية وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 12أ هو عرض منظوري خلفي لتجسيد مثالي لمتتبع شمسي مدفوع بمكبس هيدروليكي hydraulic ram driven solar tracker يتضمن تجسيدا مثاليا لصمام الضغط الزائد over pressure valve وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 12ب هو عرض جانبي للمتتبع الشمسي في الشكل 12أ؛

الشكل 13 هو عرض منظوري لأسطوانة أو مكبس هيدروليكي hydraulic cylinder or ram وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 14 هو عرض منقطع لتجسيد مثالي لصمام ضغط زائد over pressure valve وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 15 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لتركيب ترس متتبع شمسي solar tracker gear assembly ومحدد التواء مثالي وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 16 هو عرض جانبي لتجسيد مثالي لتركيب ترس متتبع شمسي ومحدد التواء مثالي وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 17 هو عرض تفصيلي لتجسيد مثالي لتركيب ترس متتبع شمسي ومحدد التواء مثالي وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 18 هو عرض جانبي مفصل لتجسيد مثالي لتركيب ترس متتبع شمسي ومحدد التواء مثالي وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 19 هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لمتتبع شمسي يتضمن فرامل محرك motor brake مثالية وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 20 هو عرض منقطع لتجسيد مثالي لفرامل محرك وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 21 هو عرض منظوري منقطع لمحرك كهربائي فرشاتي motor DC brush كما تم استخدامه في التجسيدات المثالية في الكشف الحالي؛

الشكل 22 هو رسم تخطيطي لطريقة مثالية للتقليل من هيكل المحرك في محرك كهربائي يحتوي على المسفرات لصنع فرامل محرك وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 23أ هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لحد توقف limit stop وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 23ب هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لحد التوقف في الشكل 23أ؛

الشكل 23ج هو عرض منظوري لحد التوقف في الشكل 23أ؛

الشكل 23د هو عرض منظوري لحد التوقف في الشكل 23أ في أقصى موضع له؛

الشكل 24أ هو عرض منظوري لتجسيد مثالي لحد توقف وفقا للكشف الحالي؛

الشكل 24ب هو عرض جانبي لحد التوقف في الشكل 24أ؛ و

الشكل 24ج هو عرض مقطعي مستعرض لحد التوقف في الشكل 24أ

<u>الوصف التفصيلي:</u>

في الفقرات التالية، سيتم وصف التجسيدات بالتفصيل على سبيل المثال مع الإشارة إلى الرسومات المرفقة، والتي لم يتم رسمها حسب مقياس رسم، كما أنه ليس بالضرورة للمكونات الموضحة أن تكون مرسومة بتناسب مع بعضها البعض. وينبغي النظر طوال هذا الوصف، إلى التجسيدات والأمثلة المبينة على أنها نموذجية، بدلا من كونها مقيدة ومحددة للكشف الحالي. كما تم استخدامه في هذه الوثيقة، يشير "الكشف الحالي" إلى أي من التجسيدات الموصوفة هنا، وإلى أي مكافئات

له. علاوة على ذلك، لا تعني الإشارة إلى الجوانب المختلفة من هذا الكشف في كامل هذه الوثيقة بأنه على كل التجسيدات أو الطريق المطالب بها أن تتضمن الجوانب المشار إليه.

من الممكن للتجسيدات المثالية من محددات التواء torsion limiters أن تستخدم بشكل إيجابي في أي من أنظمة الدفع driven system التي من الممكن أن تكون عرضة لقوى خارجية مثل قوة الرياح العالية والتي من الممكن أن تستفيد من القدرة على مقاومة القوى الخارجية عند نقاط متعددة على طول الهيكل بدلا من نقطة واحدة. تعد المتتبعات الشمسية Solar trackers مثال واحد على مثل هذه الأنظمة، ومن الممكن للتجسيدات المثالية أن تستخدم في أي من المتتبعات الشمسية، بما في ذلك دون الحصر ، المتتبعات ذات محور واحد single-axis trackers مثل الأفقية، والمائلة الملتفة tilt and roll ، والسمتية azimuth ، بالإضافة إلى المتتبعات ثنائية المحور dual-axis trackers. تشمل التجسيدات المثالية أي تصميم لمتتبع شمسي يتضمن محدد التواء torsion limiter مرتبط بين مخرج المحرك drive ومصفوفة التجميع collector array حيث يقوم محدد الالتواء بتحرير مستوى محدد مسبقا من قوة الالتواء torsion force. وتشمل التجسيدات المثالية المتتبعات الشمسية المدفوعة بتروس gear-driven، أو المدفوعة هيدروليكيا hydraulically driven ، أو المدفوعة بواسطة أي وسيلة أخرى. تتضمن هندسة المتتبعات المثالية محرك ترس رئيسي حلزوني الترس worm-gear primary gear drive ، والذي يكون إما مرتبطا بشكل مباشر بإطار التتبع أو من خلال مرحلة ثانوية مثل مسنن ترس محفز spur gear rack ، ومحرك سلسلة حلقة D-ring chain drive D ، أو نظام كابل مثبت على عمود واحد أو على عمودين يقومان بدعم المتتبع. من الممكن لتجسيدات المتتبعات الشمسية الثانوية أن تتضمن مصفوفة متوازنة بحيث تبقى القوة المحددة للالتواء ثابتة عند أي زاوية متتبع دورانية.

تقوم التجسيدات المثالية للكشف بتحرير الالتواء في نظام التتبع tracking system بحيث يتحرك النظام من موضع عزم دوران مرتفع high torque position إلى موضع ثان ومن ثم يتوقف، أو في حال كانت القوة الخارجية كبيرة بما فيه الكفاية، ينتقل النظام إلى الموضع الأقصى الذي من الممكن فيه لقوة الالتواء أن تتم مقاومتها عند نقاط متعددة بدلا من عند نقطة واحدة، وفي العادة ما تكون مركز النظام. بدلا من ذلك، إذا واجه النظام عرقلة مثل كثبان رملية، ثلوج، جليد، أو غيرها

من العراقيل الخارجية، يتم تحرير عزم الدوران في محرك نظام الدفع system's drive motor من محرك الإدخال input drive بواسطة محدد الالتواء torsion limiter. علاوة على ذلك، في أنظمة الدفع المرتبطة، فإن الصف أو الصفوف المتأثرة بالعرقلة هي فقط التي لا تتحرك بينما تستمر الصفوف المرتبطة الغير معرقلة unobstructed linked rows بالتتبع. وهكذا، تقوم التجسيدات المثالية ايجابيا بتوفير فائدة تحرير نوعين مختلفين من عزم الدوران، قوى التواء خارجية external torsion forces ناتجة عن الرياح و / أو قوى التواء داخلية ناتجة عن المحرك عندما تتم عرقلة مخرج نظام تتبع.

في الاحوال الجوية العاصفة، تقوم قوة الرياح بحث عزم مفصلي hinge moment على نظام التتبع tracker syste . إذا كان العزم المفصلي أكبر من قوة تثبيت محدد التواء torsion limiter ، يقوم محدد الالتواء بتحرير الالتواء ويقوم المتتبع بالتحرك إلى موضع ثان من الممكن للقوة أن تكون فيه أقل وذلك لأن عاصفة الرياح قد انخفضت أو لأن العزم المفصلي قد انخفض كنتيجة لموضع الدوران الجديد. إذا استمرت الحركة وتم دفع النظام إلى الموضع الأقصى للتوقفات الميكانيكية المتعددة، فإنه من الممكن للرياح أن تقاوم عند نقاط متعددة بدلا من عند نقطة واحدة. بشكل إيجابي، تتفاعل الأنظمة التي توظف تجسيدات مثالية من محددات الالتواء بطريقة طبيعية أو غير نشطة، دون الحاجة للإلكترونيات مثل المحركات أو التحرير النشط active release. في تجسيدات مثالية، يكون محدد الالتواء تركيب قابض clutch assembly ينزلق بشكل غير فعال وله الفرصة لتصحيح نفسه مرتين في اليوم، مرة في الصباح ومرة في المساء أثناء قيام المحرك بدفع النظام إلى مواضع التوقف القصوى.

حين تأثر الرياح على المصفوفة الكهروضوئية المتتبعة tracked PV array، تتسبب الرياح بشكل طبيعي بإحداث عزم مفصلي MH حول محور دوران المتتبع كما هو مبين في الشكل 1أ-1د. وقد تم تعيين سمات وخصائص المتتبع الشمسي المثالي المتعرض للريح على النحو التالي:

الإشارة	السمات أو الخصائص

AS	المساحة السطحية للوحدة
MH	العزم المفصلي كنتيجة للحمل الرياحي
MG	مجموع تفاعل العزم الأرضي
RD	تفاعل السحب الأرضي
RL	تفاعل الرفع الأرضي
Θ	زاوية المتتبع من المحور الصادي
FD	قوة السحب كنتيجة للحمل الرياحي
FL	قوة الرفع كنتيجة للحمل الرياحي
qz	ضغط السرعة الديناميكي للرياح
Γ	زاوية ياو للرياح من المحور الصادي

كما تم ذكره أعلاه وتوضيحه في مزيد من التفاصيل هنا، تقوم محددات الالتواء المثالية ومحركات التروس ذات صلة، والمتتبعات الشمسية بخفض أو القضاء على العزم المفصلي على المتتبع.

يبين الشكل 2 طريقة مثالية 1000 تتضمن محدد التواء. محدد الالتواء هو أي جهاز قادر على حد، أو تحرير، أو تخفيف، أو تقليل مستوى الالتواء، أو عزم الدوران، أو القوى الخارجية الأخرى في النظام بواسطة أي وسائل أخرى، بما في ذلك على سبيل المثال دون الحصر، الانزلاق slipping ، قوة فك الاقتران de-coupling force ، تحرير الضغط releasing pressure ، تسهيل الحركة facilitating movement ، أو فصل مكونات separating components النظام. كما تمت مناقشته بمزيد من التفصيل هنا، يوجد هناك العديد من المتغيرات لتصميم محددات الالتواء. من الممكن أن يتم تهيئة النظام ليكون له حد مستوى التواء محدد مسبقا يكون عنده آمنا للتعرض (1010). عندما تتسبب القوة الخارجية بتجاوز مستوى الالتواء في النظام للحد

المحدد مسبقا (1020) يعمل محدد الالتواء على خفض مستوى الالتواء على النظام (1030). كما تمت مناقشته بمزيد من التفصيل هنا، اعتمادا على نوع محدد التواء، فإنه من الممكن لإجراء الحد من الالتواء أن يكون الانزلاق (1040)، وتحرير الضغط (1050)، و/أو تسهيل الحركة الدورانية للنظام في اتجاه الالتواء (1060) .

في التجسيدات المثالية، عندما يتحرك النظام في اتجاه الالتواء يقوم ارتباط الالتواء الزائد بحيث يتم تحرير القوة الخارجية وتخفيض مستوى الالتواء على النظام (1070). في تجسيدات مثالية، تعني حركة النظام في اتجاه الالتواء direction of the torsion أن النظام تحرك من الموضع الأول first position إلى الموضع الثاني second position الواحد على الأقل (1080). من الممكن للنظام أن يبلغ أقصى موضع للتوقف maximum position stop في موضع الثانية الواحد one second position على الأقل (1090). إذا كانت الحركة عبارة عن حركة دورانية rotational movement ، فإنه من الممكن للحد الأقصى لموضع التوقف أن يكون عند أقصى زاوية دوران maximum angle of rotation (1100). من الممكن للحركة في اتجاه الالتواء أن تكون من موضع أول إلى مواضع متعددة multiple positions (1110). في تجسيدات مثالية، يتم تقييد النظام في مواضعه القصوى في مواقع متعددة موزعة على طول هيكل مقاوم للالتواء torsional resisting structure في تركيب المتتبع الشمسي (1120).

من الممكن أن يتم توفير محرك motor 15 لتحريك نظام الدفع بالتروس gear drive system 16، والذي يقوم بدوره بتدوير شعاع أو أنبوب بشكل مباشر، على سبيل المثال، أنبوب التواء torsion tube 34، أو يدفع مسنن ترس gear rack 14، يقوم بدوره بدفع أنبوب الالتواء torsion tube أو غيرها من الهياكل الشعاعية لوحدات التركيب module mounting beam structure 34. كما هو موضح في الشكل 3، فإنه من الممكن لمسنن الترس 14 أن يقوم بتحفيز مسنن الترس أو محرك سلسلة حلقة D-ring chain drive D ، التي يتم تثبيتها على أنبوب قابل للدوران، على سبيل المثال، أنبوب الالتواء torsion tube 34، في الوحدة الميكانيكية mechanical unit 12. وهكذا، عندما تفعيلها بواسطة نظام الدفع بالترس 16، يتم تدوير الوحدة الميكانيكية 12. في تجسيدات مثالية، يقع القابض المحدد لعزم الدوران 18 عند مخرج تركيب الترس gear assembly 20، في المرحلة الأولى من الترس first gear stage في الوحدة

الميكانيكية mechanical unit 12، و قبل موقع ارتباط نظام الدفع بالترس 16 بمسنن الترس 14 في الوحدة الميكانيكية 12. من الممكن وحدة ميكانيكية ثانية وثالثة والخ، على غرار تركيب التتبع 12 أن تتصل بمحور دفع drive shaft 25 مع تركيب حلزوني منفصل ومماثل. من الممكن لهذا أن يتكرر لعدة وحدات ميكانيكية في النظام الميكانيكي المدفوع بالترس gear-driven mechanical system.

بالتطرق إلى الأشكال 4 و 5، من الممكن رؤية تجسيدا مثاليا للقابض المحدد لعزم الدوران torque-limiting clutch 18 في مقطع عرض منقطع لعلبة تروس gearbox مثالية 24. من الممكن لعجلة التروس gear wheel 22 أن تكون من أي نوع من أنواع عجلات التروس، والمبينة على سبيل المثال، كعجلة حلزونية worm wheel تشرك الحلزونة 21. كما هو مبين بشكل أفضل في الشكل 5، فإنه من الممكن للعجلة 22 أن تحدد قسمين مسننين taper sections 26 عند المركز. في تجسيدات مثالية، من الممكن للقابض 18 أن يقع عند هذه الأقسام المسننةtaper sections 26. في تجسيدات مثالية، فإنه من الممكن أن يكون هناك مسننين معدنيين اثنين steel tapers 26 يعملان على إشراك ترس العجلة الحلزوني 22 تحت تأثير توتر النابض. من الممكن للنابض أن يكون قابلا للتعديل بواسطة صمولة nut 44 أو أي آليات أخرى تقوم بتغيير توتر النابض على المسنن 26. يقوم قضيب مخرج علبة الترس Gearbox output shaft 43 بربط علبة التروس 24 بمسنن التروس 14. في تجسيدات مثالية، يتم تقديم نوابض 19 على قضيب الإخراج output shaft 43 . من الممكن للنوابض أن تكون على شكل حلقات washers 19 مثل حلقات بيلفيل Belleville washers. كما هو مبين بشكل أفضل في الشكل 5، تكون الحلقات 19 على شكل أقراص مخروطية تواجه بعضها البعض على قضيب المخرج 43 خارج علبة التروس 24. تعمل الحلقات 19 بمثابة نوابض توفر الضغط للأقسام المخروطية المضادة للعجلة الحلزونية 22.

عندما يتجاوز مستوى عزم الدوران على تركيب التروس 20 المستوى المحدد مسبقا، ينزلق القابض 18. وبشكل أكثر خصوصا، عندما يتم التغلب على احتكاك القابض 18 على المسننات 26 نتيجة لزيادة عزم الدوران، ينزلق القابض 18. يحرر هذا ايجابيا العزم على الوحدة الميكانيكية المدفوعة بتروس 12. تعد ميزة تحرير عزم الدوران هذه مفيدة بشكل خاص في تجسيدات مثالية

تكون فيها الوحدات الميكانيكية 12 قابلة للتدوير وذلك لأنها تحد من العزم المفصلي HM حول محور دوران الوحدات.

من الممكن للظروف الميكانيكية المختلفة أن تحدث في تجسيدات مثالية للقابض، ومحرك التروس، والنظام الميكانيكي ذات واحد أو أكثر من الوحدات الميكانيكية، والتي من الممكن أن تكون نظام تتبع شمسي يشمل واحدة أو أكثر من المتتبعات. بالإشارة إلى الأشكال 1 و 3، يشمل المتتبع الشمسي المثالي 12 عمود دعم واحد على الأقل 32، والذي من الممكن أن يكون بأي شكل، ويتكون من أي مادة طالما أنه قادرة على دعم الوحدات الكهروضوئية وغيرها من العناصر المثبتة عليها. تشمل التجسيدات المثالية للمتتبع الشمسي 12 عمودي دعم متباعدين، 32أ و 32ب. تم توصيل شعاع الالتواء 34 أو هياكل التتبع الأخرى بعمود الدعم 32. وعلى وجه الخصوص، يسد شعاع الالتواء عمودي الدعم 32أ، 32ب ومن الممكن أن يعلقا على أعمدة الدعم بواسطة سناد bearing 36 وهيئة مسكن السناد بما في ذلك أي من المثبتات المناسبة .

من الممكن لشعاع الالتواء 34 أن يكون في أي شكل أو تكوين مناسب لدعم مسنن التثبيت mounting rack أو غيرها من آليات التثبيت mounting mechanism ، بما في ذلك الحزم الشعاعية المتعددة المتصلة، وفي تجسيدات مثالية يكون لها مقطع عرضي دائري، تربيعي أو على سداسي الشكل. في النظام الذي يحتوي على وزن متدلى، يختلف التواء الحمل المتدلى الفارغ عندما يدور النظام. من الممكن لتجسيدات شعاع الالتواء المثالية البديلة أن تهيأ مع مركز متوازن الجاذبية، بحيث يدور وزن المصفوفة حول نقطة التوازن balance point. من الممكن للنظام المتوازن هذا أن يكون مفيدا ليتم إدراجه في التصميم المحد للالتواء وذلك لأنه، دون وجود أي وزن متدلى، ستعمل على إبقاء قوة التحرير الالتوائية ثابتة في جميع مواضع الدوران.

يمتد محور الارتكاز 40 على طول شعاع الالتواء 34، ومن الممكن لشعاع الالتواء 34 أن يرتكز أو يدور حول محور الارتكاز 40. من الممكن أن يتم تركيب وحدات الطاقة الشمسية Solar modules 42 على المتتبع الشمسي solar tracker 12 ، سواء تم تركيبها على شعاع الالتواء 34 باستخدام مشابك clamps 35 أو عن طريق وحدة تصاعد قوس تركيب وحدة تثبيت module mounting bracket assembly. وتجدر الإشارة إلى أنه من الممكن للمتبع الشمسي أن يوظف أكثر من شعاع التواء واحد في ترتيب شعاع هيكل التواء مزدوج أو متعدد double-

or multiple-beam torsion structure arrangement. في مثل هذه التجسيدات، فإنه من الممكن للمتتبع أن يكون اثنين أو أكثر من أشعة الالتواء يمتد على طولها. من الممكن لصف من متتبعات متعددة أن يحتوي على اثنين أو أكثر من أشعة الالتواء التي تمتد على طول الصف.

في تجسيدات مثالية، يشتمل نظام الدفع بالترس 16 في المتتبع الشمسي 12 على قابض محد لعزم الدوران torque-limiting clutch 18 على مرحلة ترس أولى first gear stage من المتتبع الشمسي solar tracker 12. ومن الممكن للتجسيدات النموذجية أن تشمل مرحلة واحدة من متتبع شمسي مدفوع بترس single-stage gear-driven solar tracker حيث يكون نظام الدفع بالترس 16 على بعد مرحلة واحدة من الدفع بالترس الحلزوني worm gear drive الذي يقوم بشكل مباشر بتدوير مصفوفة التركيب الشمسي solar collector array. يكون محدد الالتواء، على شكل قابض، ومن الممكن أن يكون موجودا بين الاتصال بين مخرج الدفع بالترس الحلزوني ومصفوفة التركيب الشمسي. تتضمن التجسيدات المثالية أيضا متتبعات شمسية ثنائية – أو متعددة المرحلة. ويشمل تركيب الترس 20 عجلة ترس واحدة على الأقل 22، وفي تجسيدات مثالية تكون عجلة الترس عبارة عن عجلة حلزونية.

في تجسيدات مثالية، يقع القابض المحد لعزم الدوران 18 بين اتصال مخرج المرحلة الأولى للترس الحلزوني وترس المرحلة الثانية. من الممكن أن يتم تصميم تروس المرحلة الثانية أو متعددة المراحل من أي نوع من أنظمة الدفع بالترس ثنائية الاتجاه القادرة على نقل قوة قوة دورانية باتجاه ثنائي ، بما في ذلك سبيل المثال دون الحصر، الترس الاسطواني spur gear ، ترس المسمار pin gear ، محرك كابلcable drive ، حزام belt أو محرك سلسلي chain drive. من الممكن أن يتم وضع للقابض المحد لعزم الدوران 18 أ على مخرج تركيب التروس 20، على مخرج ترس المرحلة الأولى من التركيب الشمسي 12، وقبل الموقع الذي يتم فيه ارتباط نظام الدفع بالترس 16 مع مسنن الترس 14 في المتتبع الشمسي 12. وكما توضيحه أعلاه، فإنه من الممكن للقابض 18 أن يتواجد في قسمين مسننين 26 من ترس العجلة الحلزونية 22. يرتبط المسننين المعدنيين 26 مع ترس العجلة الحلزونية 22 تحت تأثير توتر نابض، والذي من الممكن أن يكون قابلا للتعديل بواسطة صمولة 44 أو بواسطة آلية التثبيت الأخرى.

في تجسيدات مثالية، من الممكن أن يتم إدراج القابض المحد لعزم الدوران في أكثر من متتبع شمسي 12 متصل بتخطيط مصفوفة تتألف من واحدة أو أكثر من صفوف 46 المتتبع الشمسي. بوجه أخص، من الممكن للمتتبعات الشمسية المتعددة 12 أن ترتبط آليا في تكوين مصفوفة كبيرة large array configuration 50 بحيث تعمل في انسجام تام، وتكون مدفوعة بواسطة محرك واحد ومتحكم متتبع واحد . من الممكن أن يتم تطبيق تكوينات المصفوفة عن طريق توفير نظام ربط محرك دوار rotary drive linkage system تحت مصفوفة المتتبع الشمسي. من الممكن أيضا أن يتم إدراج نظام ارتكاز آخر، مثل محرك التفاف، في هندسة تتبع سمت إمالة ثابتة fixed-tilt azimuth tracking geometry إذا تم تصميمه بشكل صحيح بحيث يكون قادر على تحمل قوى التحميل المطبقة بالقرب من قاعدة دعم المصفوفة. في تجسيدات نموذجية بديلة، من الممكن أن يكون للمصفوفة محرك عند كل ترس دفع لتركيب شمسي. في تجسيدات ترس الدفع ذات المحرك الواحد single motorized gear drive ، ممن الممكن لخاصية الحد من الالتواء أن تدرج في تركيب ترس دفع ذات المحرك. في تجسيدات مثالية، من الممكن للنظام أن يدمج ترس الدفع الحلزوني المرتبط linked worm-gear drive في مجال مصفوفة تتبع سمت إمالة ثابتة من النوع الدائري carousel type fixed tilt azimuth tracking array field. في مثل هذا التجسيد، تدور المصفوفة الشمسية المائلة على مساحة كبيرة من سطح الارتكاز الدائري لتتبع الشمس.

بالتطرق إلى الشكل 6، من الممكن للتجسيد المثالي من الالتواء المرتفع، قوة النابض، محد الالتواء متعدد الصفائح 718 أن تشمل عدة صفائح احتكاك نابض تحميل مدخلة interleaved 715 spring loaded friction plates. من الممكن للنابض 717 إنشاء قوة احتكاك على لوحات الاحتكاك friction plates 715 مما يتسبب في زيادة المساحة السطحية للاحتكاك في محدد الالتواء torsion limiter 718. هذا التصميم هو البديل المثالي لنابض تحميل محدد الالتواء المخروطي المسنن المبين في الأشكال 4 و 5. من الممكن للقطر الداخلي أن يكون متصلا بعمود واحد ويتصل القطر الداخلي بعمود مختلف. من الممكن لمحدد الالتواء 718 أن يحد من الالتواء بين العمودين. من الممكن أن يتم إدراج محدد الالتواء داخل وحدة ترس الدفع الحلزوني worm gear drive unit بين الترس والمخرج، كما هو مبين في الشكل 7ب، أو أن يتم تثبيته على

السطح الخارجي من وحدة الترس الحلزوني في مكان ارتباط أنبوب الالتواء بوحدة الترس الحلزوني، كما هو موضح في الشكل 7أ. بدلا من ذلك، من الممكن أن يتصل بأنبوب الالتواء من القطر الداخلي والذراع الطولي للحد من الالتواء على المصفوفة المرتبطة بنظام التتبع، كما في الشكل 10.

تم بيان التجسيدات النموذجية للنظم التي تستخدم تركيبات قوابض الحد من عزم الدوران، كنظام متتبع شمسي على سبيل المثال، في الأشكال 7أ-12ب. في هذه التجسيدات وغيرها من التجسيدات، فإنه من الممكن للقابض المحد لعزم الدوران أن يتواجد في موقع آخر غير مرحلة الترس الأولى من المتتبع. بالإشارة إلى الأشكال. 7أ، 7ب و 8، فإنه من الممكن للتجسيد المثالي للمتتبع الشمسي المدفوع بترس ذات محرك فردي 112 أن يحتوي على قابض 118 في عند مخرج تركيب الترس أو أن يكون مدمجا في داخل وحدة الدفع 116. تم تهيئة هذه التجسيدات بشكل مشابه للأنظمة المثالية المبينة في الأشكال 3-4، والتي يتم فيها دفع المتتبعات المتعددة بواسطة محرك فردي، كما ويعمل القابض المحد لعزم الدوران 18 بنفس الطريقة، بحيث يقدم المزايا نفسها. في تركيب المتتبع الشمسي المثالي 112، يتصل شعاع الالتواء 34 بعمود الدعم 32 ومن الممكن للوحدات الشمسية 42 أن تكون مثبتة على المتتبع 112.

في تجسيد مثالي، مبين في الأشكال 7أ و7ب، من الممكن لمحدد الالتواء أو القابض 118 أن يتواجد عند مكان ارتباط مخرج وحدة الدفع بالترس 116 بأنبوب التواء 34 في المتتبع الشمسي المدفوع بترس ذات محرك مستقل 112. وبشكل أخص، يتصل القابض 118 ميكانيكيا بمخرج تركيب الترس (داخل وحدة الدفع 116). بدلا من ذلك، من الممكن أن يتم إدراج القابض في مراحل أخرى من سلسلة التروس، على سبيل المثال بين فرامل محرك ترس الدفع ثنائي الاتجاه. ومن الممكن أن يتم توفير قوابض حد عزم دوران إضافية 118 و، تكون في تجسيدات مثالية، موجودة بين المحرك الدوار 111 وشعاع الالتواء 34 في المتتبع 112. وفي تجسيدات مثالية، تقوم وحدة الدفع 116 باستقبال القابض المحد من عزم الدوران. يبين الشكل 8 تجسيدا مثاليا لمتتبع دفع ترس أحادي المرحلة 112 مهيأ في صفوف متعددة 46 يتم فيها إدراج قابضين محدين لعزم الدوران 118 على مخرج ترس الدفع الرئيسي main driving gear 116.

يبين الشكل 9 تجسيدا مثاليا لمتتبع دفع / سحب push/pull tracker 212 مع محدد التواء 218 عند اتصال ذراع عزم الدوران بأنبوب عزم الدوران 34. وفي تجسيدات مثالية، فإنه من الممكن للقابض الدوار rotary clutch أن يتواجد في عنصر الالتواء الرئيسي أو على مخرج ترس أي نوع من المتتبعات. كما هو مبين في الشكل 9، فإنه من الممكن في التجسيدات النموذجية أن أن يتم إدراج محدد الالتواء 218 بين مكان اتصال ذراع مخرج وحدة الدفع بالترس 216 وأنبوب الالتواء 34 في نظام متتبع الدفع / السحب. بوجه أخص، من الممكن للقابض الدوار 218 أن يتصل ميكانيكيا بمسنن الترس 214 في المتتبع الشمسي 212، في حين يكون مسنن الترس 214 متصلا بشكل عملي بشعاع الالتواء 34. وفي تجسيدات مثالية، فإنه من الممكن لمحدد الالتواء أن يكون محدد التواء دوار.

وبالإشارة إلى الأشكال 10-11، حيث تم بيان تجسيدا مثاليا لنظام متتبع شمسي مرتبط للدفع / السحب 310. من الممكن للارتباط هنا أن يتضمن محد قوة انزلاق خطية 318 عند كل متتبع 312 لتحقيق حركة صفية فردية إلى موضع أقصى أثناء وجود رياح عاتية. لقد تم بيان تجسيدا مثاليا لمحد القوة الخطي 318 في الشكل 11. في تجسيدات مثالية، يكون القابض الخطي عبارة عن انزلاق احتكاك خطي 318 يسمح للمتتبع بالدوران أثناء انزلاق الارتباط الخطي في حركة خطية. يتكون انزلاق الاحتكاك الخطي 318 من أنبوب 319 و مشبك 321 ينزلق على الأنبوب. يتم تثبيت المشبك 321 بالأنبوب بواسطة تثبيت ركائز دوران trunion mount 323 ويقع ضابط احتكاك friction mate 325 بين المشبك 321 والأنبوب 319. من الممكن لجهاز انزلاق الاحتكاك الخطي 318 هذا أن يوضع في رابط الدفع / السحب من المتتبع الشمسي. عندما تكون القوة الالتوائية المطبقة خارجيا على المتتبع أكبر من القوة المطلوبة للتغلب على احتكاك الإنزلاق 318، فإنه من الممكن للقوة الالتوائية أن تتحرر، وسيسمح للمتتبع بالحركة. وتجدر الإشارة إلى أنه من الممكن لنظام تتبع الدفع / السحب أن يكون مدفوعا بشكل فردي أو مترابط مع مع حركة المحرك الخطي.

فيما يتعلق بالأشكال 12أ و12ب و 13 و 14، فإنه من الممكن للتجسيدات المثالية لأنظمة التتبع المدفوعة هيدروليكيا 412 أن توظف وظيفة تحرير التوائية على شكل صمام تحرير الضغط الزائد over-pressure relief valve 418 للسماح للمتتبع 412 بالانتقال إلى موضع أقصى في

ظروف يكون فيها المتتبع معرضا لقوة رياح زائدة. من الممكن أن يتم استخدام مكبس هيدروليكي مزدوج المفعول 460، أو اسطوانة، كما هو مبين في الشكل 13، لدفع المتتبع الهيدروليكي 412. في التجسيدات المثالية يكون لدى المكبس الهيدروليكي hydraulic ram 460، قضيب 461، والذي من الممكن أن يكون قضيبا، ختم 465 و مكونات الختم الأخرى 463، ومنفذ توسيع 462 ومنفذ تراجع 464. من الممكن أن يتم تحويل الحركة الخطية للمكبس الهيدروليكي 460 إلى حركة دورانية وتستخدم في تصميم متتبع الدفع / السحب، الذي نوقش أعلاه بالإشارة إلى الأشكال 10-11.

في تجسيدات مثالية، من الممكن أن يتم تركيب المكبس الهيدروليكي 460 مع صمام الضغط الزائد 418 كما هو مبين في الشكل 14. لصمام الضغط الزائد المثالي 418 نابض 472 يتم وضعه في داخل غطاء الصمام valve bonnet 476. يتم تثبيت قرص المقعد seat disc 478 بواسطة حامل قرص disc holder 480 داخل الجسم 474. من الممكن للصمام 418 أن يشمل أيضا حلقة تعديل تسرب blowdown adjustment ring 482 وفوهة 484. من الممكن أن يتم إدراج صمام الضغط الزائد 418 في دائرة السوائل الهيدروليكية hydraulic fluid circuit بين غرفتي المكبس الهيدروليكي 460 التي تضع وتثبت موضع الدوران، أي أنها من الممكن أن تكون موجودة بين منفذ التوسع 462 ومنفذ سحب 464 في المكبس الهيدروليكي 460.

يسمح هذا بالحركة في المكبس 460 عندما يتم تطبيق الالتواء بشكل خارجي على نظام التتبع فإنه يخلق ضغط زائدا في المكبس الهيدروليكي. وبشكل أخص، عندما يقوم ضغط كاف بضرب صمام الضغط الزائد 418، فإنه يتحرر هيدروليكيا، بحيث يعمل كمحدد للالتواء في المتتبع. تم تصميم صمام الضغط الزائد 418 أو تعيينه ليفتح عند ضغط محدد مسبقا للافراج عن الالتواء الزائد المطبق خارجيا على نظام التتبع 412. يتم تحرير الضغط عن طريق السماح للسائل المضغوط بالتدفق بين غرفتي المكبس الهيدروليكي ويتم التحكم بالضغط بواسطة الصمام 418. من الممكن لنظام المتتبع المحفز بالهواء air actuated tracker system أن يقوم أيضا بتوظيف تحرير الالتواء المسبب من الرياح على شكل صمام الضغط الزائد لتحقيق الوظيفة نفسها.

سيتم الآن وصف التجسيدات المثالية لتركيب صفوف مسنن الترس المزود بمحرك / المتتبع بالإشارة إلى الأشكال 15-18. يقترن مسنن الترس 814 بأنبوب الالتواء 834 في تركيب المتتبع

الشمسي 812 ويتصل أيضا بعمود دعم 832 في تركيب المتتبع. بوجه أخص، من الممكن أن يتم تثبيت مسنن الترس 814 بأنبوب الالتواء 834 بواسطة تركيبات ارتكاز أنابيب الالتواء torsion tube bearing assemblies 836 وموصل coupler 823. في تجسيدات مثالية، يكون لعلبة التروس 824 قابض داخلي (غير مبين) يقع على مخرج تركيب التروس 820 ، الذي يتضمن مسنن الترس 814، وترس مسنن 815 مع عمود ترس مسنن 817، ومن الممكن أن تشمل ارتكاز نهاية عمود ترس. من الممكن أن يحتوي النظام على تركيب عمود دفع ترس طولي gear drive upright column assembly مع محرك دفع 821 ودفع علبة التروس 824. من الممكن لواحد أو أكثر من الوحدات الضوئية 842 أن يكون مقرونا بأنبوب الالتواء 834 باستخدام أقواس وحدة التركيب 835.

يبين الشكل 17 عرض تفصيلي لموضع الانتقال النهائي لمسنن الترس 814 وارتباط الترس المسنن 815. في تجسيدات مثالية، يتم وضع دبابيس 825 مسنن الترس 814 بشكل إيجابي في أو بالقرب من نهاية مسنن الترس 814 لعمل تأثير توقف عندما يلتف مسنن الترس 815 إلى تغير المواقع الخاص بالمسامير 825. كما هو مبين على أفضل وجه في الشكل 18، فإنه من الممكن أن يكون للمسننpinion 815 دبابيس مركزية صلبة 825 center ridged pins وتروس مسننات مشقوقة slotted pinion gear. يؤكد هذا الترتيب بشكل إيجابي على أن مسنن الترس 815 متصل فقط بدبابيس 825 مسنن الترس 814 وليس باللوحات الجانبية من مسنن الترس.

بالتطرق إلى الأشكال 19-22، في تجسيدات مثالية، يشمل المتتبع الشمسي ذات محرك واحد 512، جهاز محدد التواء من الممكن أن يكون فرامل محرك 518. كما هو مبين على أفضل وجه في الشكل 20، فإنه من الممكن لفرامل المحرك المثالية أن تكون مثبتة بمحرك كهربائي. من الممكن لفرامل المحرك 518 أن تشمل أي مزيج مناسب من لوحات الضغط ومكونات القرص. في تجسيدات مثالية، تشمل المكونات الداخلية قرص ثابت 521 بالإضافة إلى واحد أو أكثر من أقراص الاحتكاك الدوارة 523 ذات محور وعمود. يتم تحرير الفرامل كهربائيا أثناء عمل المحرك ويتم ربطه عند توقف المحرك. تقوم لوحة الضغط 525 بالدفع بشكل مقابل للأقراص، ومن الممكن

أن يتم توفير آلية ضبط ذاتية self-adjusting mechanism 527 لضبط الضغط على الأقراص. ويسمح ذراع تحرير release lever 529 بتحرير الضغط يدويا.

في تجسيدات مثالية، من الممكن للمحرك الفردي أن يتواجد في كل مصفوفة. في تجسيدات مثالية، من الممكن لنظام إدخال التروس ببعضها البعض القادر على أن يكون مدفوعا بشكل ثنائي الإتجاه، أن يقترن بمحرك وفرامل محرك 518 عند كل مصفوفة. من الممكن للمحرك أن يحتوي على فرامل في نظام المحرك أو أن يستخدم نفسه كفرامل. مع التحجيم الصحيح للمحرك، والفرامل، ونسبة التروس وكفاءة التروس، فإنه من الممكن للمحرك أو فرامل المحرك 518 أن تعمل عندما تتحرر قوة الرياح في النظام. في تجسيدات مثالية، يشمل نظام الدفع علبة تروس ثنائية الاتجاه 514، فرامل محرك 518 تقع عند مدخل علبة التروس 514. من الممكن أن يتم دفع تداخل التروس ثنائية الاتجاه من مدخل أو مخرج علبة التروس، ولديها القدرة على أن يتم دفعها إما من المدخل أو من المخرج. في تجسيدات مثالية، من الممكن لتداخل التروس ثنائية الاتجاه أن يكون أي معدات مناسبة، بما في ذلك دون الحصر ترس مسنن spur gear ، ترس حلزوني helical gear، ترس كوكبي planetary gear ، ترس حلزوني مرتفع الكفاءة منخفض النسبة high efficiency low ratio worm gear ، دفع حزامي belt drive ، دفع سلسلي chain drive أو غيرها من تكوينات الدفع ثنائية الاتجاه.

في تجسيدات فرامل المحرك المثالية، ينخفض عزم الدوران في أنبوب الالتواء 34، كما هو مطبق من قوى خارجية مثل طاقة الرياح، بنسبة الترس في تداخل التروس ثنائية الاتجاه، والذي يتغلب على قوة فرامل المحرك. يتم بعد ذلك تحرير الالتواء عند المخرج وتدور مصفوفة المتتبع. في هذا التجسيد، يتم تهيئة فرامل المحرك 518 لتقوم بقفل المتتبع الشمسي 512 في مكانه إلى أن يتم الوصول إلى عزم دوران محدد مسبقا، تنزلق عنده فرامل المحرك. من الممكن للتجسيدات المثالية أن تشمل فرامل ميكانيكية مدمجة داخل المحرك أو مثبتة بين المحرك وترس الدفع. في حال كان لدى المحرك نفسه فرامل منفصلة كما في الشكل 21، فإنه من الممكن أن يتم تغيير حجم المحرك لتحريك المصفوفة بشكل منفصل عن قوة تحرير الالتواء المطلوبة لتثبيت المصفوفة.

كما هو مبين في الشكل 21، فإنه من الممكن لفرامل المحرك أن تكون محرك تيار مباشر فرشاتي brush-type direct current motor 618 يحتوي على مدخلات أسلاك طاقة موصلة، مثل

أسلاك رصاصية 635، مقصرة الدائرة لإحداث فرملة على مخرج المحرك. في حال تم تصميمه بمحرك كهربائي فرشاتي وتم تحجميه بشكل مناسب مع نسبة الترس وعزم دوران الانزلاق، فإنه من الممكن للمحرك نفسه أن يستخدم بمثابة قابض انزلاق للتغلب على الالتواء الخارجي. يعمل المحرك الكهربائي الفرشاتي 618 مع أسلاك الطاقة الموصلة مقصرة الدائرة كفرامل عن طريق تحويل المحرك إلى مولد ذات مخرج مقصر الدائرة، مما يصعب على المحرك الالتفاف. في تجسيدات مثالية، للمحرك الفرشاتي 618 عاكس داخلي internal commutator 631 يقوم بعكس اتجاه التيار بشكل دوري، وفرشاة واحدة على الأقل 633 في اتصال مع العاكس لاستكمال التبديل.

تم تمثيل مخطط الدارة الكهربائية المثالي الذي يبين إدراج المحرك في الشكل 22. يبين الشكل 22 طريقة مثالية لفصل المحرك، في هذا التجسيد المثالي تعمل فرشاة المحرك 618، كمولد مقصر الدائرة. ويقوم جسر H-Bridge H- بتشغيل المحرك ومن الممكن أن يتم تقصير دائرة المحرك بواسطة مرحل كهربائي relay 619. وعندما يحدث ذلك، تعمل فرشاة المحرك 618 كمولد محمل بالكاملfully-loaded generator ، من الصعب أن يلتف ويعمل كفرامل على نظام التتبع الشمسي. من الممكن للمحرك 618 أن يتضمن فرامل 637، من الممكن أن تكون فرامل كهرومغناطيسية من نوع التشغيل السلبي negative actuated-type electromagnetic brake. وتجدر الإشارة إلى أنه من الممكن لفرامل المحرك أن تدرج في أي واحدة من تركيبات المتتبع الشمسي، بما في ذلك دون الحصر، نظام الدفع بالترس أحادي، متعدد المرحلة أو ثنائي الاتجاه ذات محرك منفرد. عندما تتسبب قوة خارجية بزيادة مستوى الالتواء في نظام الدفع عن الحد المحدد مسبقا يتم التغلب على فرامل المحرك وتسهل إعادة الدفع في نظام الدفع.

بالتطرق إلى الأشكال 23أ إلى 23د. سيتم وصف تجسيدا مثاليا لتركيب توقف سطح ارتكاز bearing stop assembly 70. يشمل تركيب توقف سطح ارتكاز المثالي 70 مسكن ارتكاز bearing housing72 ، سطح ارتكاز إنزلاقي جاف dry slide bearing 74 كتلة توقف دوران داخلي internal rotating stop block 76. يصور الشكل 23ب كتلة التوقف 76 مرتبطة بجانب واحد من حد الدوران الأقصى لها، على سبيل المثال موضع توقف واحد أقصى. يبين الشكل 23ج كتلة التوقف 76 في موضع متوسط، أي في منتصف الحركة الدورانية المسموح بها. يبين الشكل 23د كتلة التوقف 76 في موضع التوقف الأقصى المقابل للشكل 23ب. من

الممكن أن يتم وضع تركيب توقف سطح الارتكاز عند كل عمود ومن الممكن أن تكون مرتبطة بأنبوب الالتواء 34. توفر تراكيب توقف سطح الارتكاز 70 إيجابيا وظيفة ثلاثية لدعم مصفوفة المتتبع الشمسي، وتوفير سطح ارتكاز من الممكن للمصفوفة أن تدور عليه، و، كما تم توضيحه بالتفصيل هنا، فإنها تعمل كتوقفات ميكانيكية عند مواقع الدوران القصوى للمتتبع. من الممكن أن يتم تغليف المسكن بغلاف ذات احتكاك منخفض لمنع عملية الالتصاق أو الانزلاق في سطوح الارتكاز بطيئة الحركة.

توضح الأشكال 24أ-24ج تجسيدا مثاليا آخر لتركيب توقف سطح ارتكاز المتتبع 170 مع ركيزة متكاملة. يشمل التركيب المثالي 170 مسكن سطح ارتكاز 172، دبوس وعجلات سطح ارتكاز دوارة roller bearing wheels 173، بطاقة نصف علوي جافة الانزلاق dry slide top half bushing 174 وكتلة توقف دوران داخلي 176. بشكل إيجابي، من الممكن لهذا التصميم أن يوفر أداء أفضل في البيئات المغبرة ويوفر أيضا مسار أرضي كهربائي موصل مستمر، مما يلغي الحاجة لسلك أرضي خارجي يربط أنبوب الالتواء مع العمود كهربائيا.

بالإشارة مرة أخرى إلى الشكل 23أ، من الممكن رؤية التجسيد المثالي لتركيب توقف سطح الارتكاز 70 مثبت بشكل تام على تطبيق المتتبع الشمسي حيث يكون للمتتبع الشمسي 12 وحدات ضوئية 42 مثبتة على أنبوب الالتواء 34 مع أقواس وحدة تثبيت خاصة. من الممكن أن يتم توفير قوس إضافي يسمح للمثبط لأن يكون متصلا بين أنبوب الالتواء 34 وعمود الدعم 32 في المتتبع. من الممكن أن يتم إدراج المثبط عند ترس الدفع للسيطرة على معدل دوران المتتبع أثناء حدوث عزم الدوران الإضافي. عندما يتم تحرير الالتواء عن طريق السماح للنظام بالدوران، فإنه من الممكن أن يتم التحكم بالسرعة التي يسمح للمصفوفة بالتحرك فيها عن طريق احتكاك الانزلاق الخاص بالقابض، أو عن طريق المثبط الخارجي أو كليهما.

في تجسيدات مثالية، يكون تركيب توقف سطح الارتكاز 70 متصلا بقوس-U 78 والذي يصل بدوره إلى عمود شعاع-I 80. كما هو مبين، يتم تثبيت تركيب توقف سطح الارتكاز 70 بأنبوب التواء ثماني octagonal torsion tube مثالي 34، بحيث يمر أنبوب الالتواء من خلال تركيب توقف سطح الارتكاز. وتجدر الإشارة إلى أنه من الممكن لأنبوب الالتواء أن يكون أي شكل مستعرض بما في ذلك دون الحصر، الدائري، البيضوي، المربع، المستطيل، المثلث، الخماسي،

السداسي، والثماني. من الممكن أن يتم تهيئة كتلة التوقف 76 في تركيب توقف سطح الارتكاز 70 لأن تكون على شكل حلقة تتماشى مع الشكل الخارجي لأنبوب الالتواء 34 بحيث يتم إدخالها إلى خارج الأنبوب وتدور مع الأنبوب.

في تجسيدات مثالية، يتماشى سطح ارتكاز الانزلاق الجاف 74 أيضا مع الشكل الخارجي لأنبوب الالتواء 34 ويدور مع الأنبوب. كما هو مبين في الشكل 33أ، فإنه من الممكن لسطح ارتكاز الانزلاق الجاف 74 أن يكون ثماني من الداخل ومستدير من الخارج. ينزلق الشكل الخارجي المستدير من سطح ارتكاز الانزلاق الجاف 74 على الشكل الداخلي المستدير لمسكن سطح الارتكاز 72. تشكل هذه الواجهة من السطح الخارجي لسطح ارتكاز الانزلاق الجاف 74 و السطح الداخلي لمسكن سطح الارتكاز 72 سطح ارتكاز. في تجسيدات مثالية، من الممكن لسطح الارتكاز في مسكن سطح الارتكاز 72 أن يكون مغلفا بغلاف ذات احتكاك منخفض لتقليل الاحتكاك في مسكن الارتكاز. يتشكل سطح ارتكاز الانزلاق الجاف 74، عادة من مادة البوليمر، ومن الممكن أن يتضمن أيضا عوامل خفض الاحتكاك في تكوينها للحد من الاحتكاك. عندما يتم تدوير أنبوب الالتواء 34 إلى الحدود الميكانيكية، ترتبط كتلة التوقف 76 بمسكن سطح الارتكاز للقضاء على الدوران الإضافي لأنبوب الالتواء 34. وبالتالي هناك نوعان من مواضع توقف دورانية قصوى أنشأت بواسطة كتلة التوقف 76.

في العملية، تقوم الرياح بإحداث عزم مفصلي MH على النظام الميكانيكي المدفوع بترس 10. بالإشارة إلى الأشكال 1-5 وغيرها من التجسيدات التوضيحية، فإنه من الممكن أن يتم تحديد القابض بشكل مسبق للانزلاق عند احتكاك عزم الدوران المفصلي المحدث الأقصى. عندما يصل العزم المفصلي HM المحدث بواسطة الرياح إلى القيمة الحالية المحددة لعزم الدوران، يتم التغلب على احتكاك القابض 18 على المسننات 26 وينزلق القابض 18. وفي الواقع، يعمل القابض 18 كصمام تخفيف ضغط العزم المفصلي MH المحدث بواسطة الرياح، وبالتالي تحرير عزم الدوران على الوحدة الميكانيكية المدفوعة بترس 12 بشكل إيجابي. مع مستوى عزم الدوران الكافي لانزلاق القابض، فإنه من الممكن لصف من الوحدات الميكانيكية المدفوعة بترس 12 أن تدور بشكل خارج عن موضعها وإلى موضع عزم مفصلي منخفض.

عندما يتجاوز الالتواء المطبق خارجيا على مخرج نظام الدفع بالترس (مصفوفة التركيب) حد محدد مسبقا، يسمح الجهاز المحد لعزم الدوران للمصفوفة بالانتقال إلى موضع جديد إلى أن تتضاء القوة إلى تحت حد عتبة الالتواء أو إلى أن تصل المصفوفة إلى حدها الميكانيكي. في الحالة التي يتجاوز فيها الالتواء المبذول من المدخلات حد الالتواء المحدد مسبقا على المصفوفة، يقوم الجهاز المحد للالتواء بفك ارتباط قوة الإدخال الفائضة، ويسمح للمدخل بالتحرك دون التأثير على حركة المصفوفة. كما تم توضيحه بمزيد من التفصيل هنا، فإنه من الممكن لهذا أن يستخدم لمزامنة المصفوفات المرتبطة عندما يتم دفعها بشكل مضاد للتوقف الميكانيكي، أو تستخدم عند حدوث حوادث طبيعية مثل الانجرافات الثلجية أو حركة مجموعة الرمال المعيقة. في هذه الحالة، فإنه لمن المفيد أن يتم فك ارتباط القوى الدافعة مع محدد الالتواء وتثبيت مخرج المصفوفة في مكانه.

في تجسيدات مثالية، عندما تتجاوز سرعة الرياح قوى عزم الدوران المطلوبة لينزلق القابض في سلسلة الدفع، تدور المصفوفة الشمسية أو غيرها من الوحدات الميكانيكية المدفوعة بترس 12 إلى موضع آخر. وإذا استمر هذا العزم الزائد من الرياح، فإن كل وحدة ميكانيكية 12 ومصفوفة 50 من الوحدات تنتقل إلى زاويتها القصوى للدوران 54، وهي زاوية الدوران القصوى التي من الممكن لقوى الالتواء عندها أن تقاوم عند مواقع متعددة على أنبوب الالتواء 34. من الممكن أن يتم تدوير صف الوحدات الميكانيكية 12 بواسطة الرياح إلى أن يصل إلى الحد الأقصى لزاوية التوقف.

في تجسيدات مثالية، من الممكن للنظام أن يضرب توقفات ميكانيكية 58 على كل صف من الوحدات الميكانيكية 12 في كل مرة يتحرك الصف فيه إلى مواضع قصوى أثناء التشغيل الاعتيادي. إن السماح للقوة الخارجية لتقوم بتدوير صف من المتتبعات الشمسية أثناء دفع الصفوف الأخرى من المتتبعات الشمسية، يتيح لكل صف الوصول إلى الحد الأقصى لموضعه إلى أن تصبح جميع صفوف المتتبع الشمسي متحاذية. يضمن هذا بشكل إيجابي، محاذاة جميع صفوف الوحدات 12 مرتين يوميا في الحالات التي تقوم فيها الرياح بتحريك الصف. يضمن هذا تزامن جميع الصفوف بشكل تام لمرة واحدة يوميا على الأقل. أثناء تكليف مشروع جديد، فإنه من الممكن لصفوف المتتبع أن تشير إلى كل الاتجاهات، إلا أنه وبعد المعايرة، فإنه من الممكن للصفوف أن تصبح متزامنة تماما. وتجدر الإشارة إلى أنه من الممكن للقابض 18 في نظام المتتبع الشمسي المرتبط أن يعمل بشكل مستقل عند كل صف متتبع. وذلك لأن وجود نظام مرتبط مدفوع

للخلف يقوم بدفع جميع صفوف المتتبع إلى الخلف قد لا يتفاعل بشكل صحيح لحماية كل صف عندما يتم تطبيق قوة الرياح بشكل فردي على الصف.

في تجسيدات مثالية، من الممكن أن يتم تنظيم سرعة دوران بواسطة قوة انزلاق القابض clutch slip force. ومن الممكن إيجابيا، أن يقوم القابض 18 بفك ارتباط الأحمال الديناميكية من النظام عن طريق إزالة النابض في النظام، وبالتالي الحد بشكل كبير من أحمال التصميم. بدلا من ذلك، من الممكن أن يتم توفير مثبطات 58 لإبطاء حركة المتتبع. ومن الممكن بعد ذلك لتوقف الزاوية الأقصى أن يقاوم ليس فقط من مسنن الترس، بل من المثبطات الموجودة في مسنن الترس أو من التوقفات 58 الموجودة في نهاية صفوف الوحدات الميكانيكية 12، وبالتالي تقاسم عبء التواء مسنن التروس 60 وتوزيع حمل الالتواء على عدة نقاط على أنبوب الالتواء 34. من الممكن للمثبطات 58 أن تخدم في وظيفة مزدوجة كتوقفات عند نهاية المصفوفة، أو من الممكن أن يتم تصميم المثبطات الموضوعة في أي مكان للمساعدة في تنظيم سرعة تفاعل تحرير الالتواء ومقاومة أحمال العزم المفصلي.

بشكل إيجابي، تقوم التجسيدات المثالية بتخفيض العزم المفصلي الأقصى، وتزيل الحمل الديناميكي، وتسمح للأنظمة الميكانيكية المدفوعة بترس للقيام بمقاومة قوى العزم المفصلي عند نقاط متعددة على المصفوفة بدلا من عند نقطة واحدة. إنه لمن الطبيعي أن تكون قوى العزم المفصلي أكبر عند زوايا الميل الصغيرة وأن تقل عندما تزداد زوايا ميل المصفوفة. في تجسيدات مثالية، عند مواضع التوقف العمودي القصوى، تكون قوى العزم المفصلي القصوى أقل مما كانت عليه عند زوايا الدوران الصغيرة وتحدث فقط عند التوقفات الميكانيكية عند نطاق الحركة الأقصى. من الممكن أن تتم مقاومة العزم المفصلي الإجمالي في أكثر من مجرد الترس المركزي. من الممكن أن يتم وضع نطاق الحركة للتوقفات الميكانيكية عند أي موقع على المصفوفة، وعادة عند الدعامات العمودية الموزعة، للمساعدة في تحميل العزم اللحظي وبالتالي تقليل أحمال الالتواء عند أي نقطة في النظام.

بالإشارة مرة أخرى إلى الأشكال 1 و 3، فإنه من الممكن للحد الأقصى للعزم المفصلي أن يكون س رطل قدم، وأن ينزلق القابض 18 عند حوالي س/4 رطل قدم. وفقا لذلك، فإن على أنبوب الالتواء 34 أن يقاوم فقط كحد أقصى س/4 رطل قدم عند دفع الترس 16 قبل انزلاق القابض

18. في هذا التجسيد المثالي، عند أقصى زاوية دوران 54 يكون الحد الأقصى للعزم المفصلي حوالي س رطل قدم، ويقاوم الترس س/2 رطل قدم وعلى التوقفات الموجودة عند نهايات المتتبع أن تقاوم س/4 رطل قدم بحيث يكون الحد الأقصى لحمل الالتواء في الأنبوب 34 هو س/4 رطل قدم. من الممكن لقيم الالتواء القصوى أن تكون الضعف على الأرجح في كل مكون دون الاستخدام الإيجابي للتجسيدات المثالية للقابض والتوقفات المتعددة. من الممكن أن يتم تخفيض هذه القيم أكثر عن طريق السماح لتحرير الالتواء بالحدوث عند قيم منخفضة واستخدام المزيد من التوقفات بدلا من على نهايات المصفوفة فقط، أي عند كل عمود على سبيل المثال.

في تجسيدات مثالية، لن يرى خط الدفع ومسنن الترس، مسنن ترس 14 واحد يقوم بإيقاف القوة من المحرك 15. وبناء على ذلك، فإنه من الممكن أن يتم بناء خط الدفع ومسنن الترس في حدهما الأدنى. وعلاوة على ذلك، فإنه لمن الممكن للأنظمة المثالية أن تبنى فقط لرؤية الحركة التي تقتصر فقط على النطاق اليومي للحركة ومن الممكن أن يتم إدراج حماية التنقل الزائدة في محدد الالتواء. من الممكن أن يتم تصميم المثبطات 58 ومسنن الترس 14 على نحو أمثل وتنفيذها على نطاق كامل للحركة. لا حاجة لأي تحمل إضافي على مدى الحركة غير النطاق اليومي للحركة.

بشكل إيجابي، في تجسيدات مثالية في حال كان لصف واحد من الوحدات الميكانيكية 12 ربط ميكانيكي، فإنه لن يؤثر على بقية النظام 10. من الممكن لهذا أن يكون مفيدا وذلك لأنه من الممكن أن يقوم بتشخيص ذاتي لمشكلة ربط صف المتتبع. وإذا تحركت الصفوف الخارجية إلى زاوية قصوى من الرياح، فإنه من الممكن لها أن تعمل بمثابة حاجبات للرياح للصفوف الداخلية. لأن قوى عزم الرفع، والسحب والمفصلي تحدث مندمجة على النظام ولأنه من الممكن لكل من هذه الأحمال أن يبلغ ذروته عند مواضع دوران زاوي محددة مختلفة، فإنه لمن المفيد السماح لصف من الوحدات الميكانيكية بالانتقال إلى وضع زاوي أكثر تطرفا قبل حدوث أقصى حالة قوة رفع. إذا تم إنجاز هذا بشكل موثوق بواسطة محددات الالتواء المذكورة هنا، فإن قيمة التصميم الأساسية لأقصى رفع سيكون أقل، وبالتالي فإنه من الممكن أن يتم تخفيض الحجم و / أو العمق المطلوب لتأسيس النظام لمقاومة قوة الرفع الأقل.

من الممكن لمتطلبات القوة الالتوائية أن تكون أقل وذلك لأنه من الممكن للحد الأقصى للالتواء أن يقاوم عند نقاط متعددة وليس عند أقصى زاوية دوران للعزم المفصلي الأقصى. من الممكن لقوة

السحب القصوى أن لا تتغير وذلك لأن النظام مصمم لموضع زاوية الدوران الأقصى في حالة المتتبعات الشمسية الأفقية، إلا أنها من الممكن أن تنخفض في هندسات المتتبعات الشمسية الأخرى. من الممكن أيضا للقوة المشتركة القصوى أن تكون أقل، وفي هذه الحالة تنخفض المتطلبات الهيكلية برمتها. تعادل هذه التخفيضات بالقوة، تخفيضات في المتطلبات الهيكلية للأنظمة الميكانيكية. ويؤدي الانخفاض في المواد الهيكلية عادة إلى تحقيق وفورات كبيرة في التكاليف المادية والتي قد تعني أيضا توفير العمالة، وبالتالي، احتمالية انخفاض تكلفة التثبيت الشاملة للنظام.

وهكذا، يتضح أنه قد تم توفير أجهزة ونظم وطرق محددة للالتواء تم دمجها في أنظمة مثل المتتبعات الشمسية. في حين أنه قد تم وصف الأنظمة والأجهزة والطرق في تجسيداتها المثالية، إلا أنه سيكون مفهوما أن الكشف غير محدود بالتجسيدات التي تم الكشف عنها. وعلى الرغم من أن التجسيدات التوضيحية قد وصفت أعلاه، إلا أنه سيكون واضحا لممارس المهنة أنه من الممكن إجراء التغيرات والتعديلات المختلفة دون الخروج عن الكشف.

ينبغي أن يكون مفهوما أنه من الممكن استخدام أي من التكوينات السابقة والمكونات المتخصصة أو المركبات الكيميائية بالتبادل مع أي من أنظمة التجسيدات السابقة. والهدف هو تغطية التعديلات المختلفة والترتيبات المماثلة المدرجة ضمن روح ونطاق عناصر الحماية، وهو النطاق الذي ينبغي أن يمنح التفسير الأوسع بحيث يشمل جميع هذه التعديلات والتكوينات المماثلة. يشمل الكشف الحالي أي وجميع تجسيدات عناصر الحماية التالية. والغرض من عناصر الحماية التالية هو تغطية كل هذه التغييرات والتعديلات التي تقع ضمن الروح والنطاق الحقيقي للكشف.

عناصر الحماية

1- تركيب متتبع شمسي solar tracker assembly يشمل:

عمود دعم support column

واحد أو أكثر من أنابيب عزم الدوران torque tubes أو دعامات التواء torsion beams مرتبطة بعمود الدعم support column

آلية تثبيت mounting mechanism مرتبطة بأنابيب عزم الدوران torque tubes أو دعامات الالتواء torsion beams الواحدة أو أكثر ؛ ونظام دفع drive system مرتبط بأنابيب عزم الدوران torque tubes أو دعامات الالتواء torsion beams الواحدة أو أكثر ؛ و

محدد عزم دوران مرتبط بمخرج نظام الدفع drive system ؛

حيث أنه عندما تقوم قوة العزم المفصلي hinge moment force بالتسبب بجعل مستوى عزم الدوران في نظام الدفع drive system يتجاوز الحد المحدد مسبقا، فإن عزم الدوران يقوم بتسهيل الحركة الدورانية لتركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly باتجاه الالتواء، وبالتالي السماح لقوة العزم المفصلي بتدوير تركيب المتتبع الشمسي حول محور ارتكاز pivot axis إلى موضع منخفض من العزم المفصلي.

2- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، حيث تقوم الحركة في اتجاه عزم الدوران بفك ارتباط عزم الدوران الزائد بحيث يتم تحرير قوة خارجية وتخفيض مستوى الالتواء level of torsion على تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly.

3- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 2، حيث أن الحركة في اتجاه عزم الدوران تشمل انتقال تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly من موضع دوراني أول first rotational position إلى موضع دوراني ثان second rotational position واحد على الأقل.

4- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 3، يشمل أيضا واحدة أو أكثر من أجزاء التوقف الميكانيكية التي ترتبط بعمود الدعم، وحيث أن أجزاء التوقف الميكانيكية تقع عند موضع الدوران الأقصى للمتتبع الشمسي؛

حيث أن تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly يصل إلى موضع التوقف الأقصى maximum position stop في الموضع الدوراني الثاني second rotational position الواحد على الأقل.

5- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 3، حيث أن تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly مقيد في مواضع دورانه القصوى maximum rotational positions عند مواقع موزعة متعددة على طول هيكل مقاومة الالتواء torsional resisting structure لتركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly.

6- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، حيث أن تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly يشمل أكثر من عمود دعم support columns يدعم صف المتتبع، ويشمل أيضا جزء توقف stop عند كل عمود دعم support column.

7-تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 6، حيث أن أجزاء التوقف stops تحد من العزم عند كل عمود دعم عندما يصل كل متتبع في الصف إلى موضع دورانه الأقصى.

8- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، حيث أن نظام الدفع drive system يشمل تركيب ترس gear assembly يشمل عجلة ترس gear wheel واحدة على الأقل .

9- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 8، حيث أن تركيب الترس gear assembly يشمل علبة تروس أحادية الاتجاه one-way gearbox وأن محدد العزم هو قابض محدد للعزم torque limiting clutch موجود ضمن علبة التروس.

10- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 8، حيث أن تركيب الترس gear assembly يشمل اقتران احتكاكي friction coupling يربط عجلة الترس gear wheel ومحدد العزم torquelimiter موجود عند الاقتران الاحتكاكي friction coupling.

11- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 8، حيث أن محدد العزم torquelimiter موجود عند مخرج مرحلة ترس أولى first gear stage من تركيب الترس gear assembly.

12- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، حيث أن نظام الدفع drive system هو متتبع دفع / سحب مرتبط push/pull linked tracker ومحدد العزم torquelimiter هو جهاز انزلاق خطي linear slip device.

13- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، حيث يشمل تركيب المتتبع الشمسي نظام هيدروليكي hydraulic system ويكون محدد العزم torquelimiter عبارة عن صمام تحرير ضغط pressure relief valve.

14- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، يشمل أيضا مثبط damper للتحكم بتحرير قوة العزم torqueforce وإبطاء حركة تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly.

15-تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، حيث أن أنابيب عزم الدوران torque tubes أو دعامات الالتواء torsion الواحدة أو أكثر مهيأة بمركز ثقل متوازن balanced center of gravity بحيث تدور أنابيب عزم الدوران torque tubes أو دعامات الالتواء torsion beams الواحدة أو أكثر حول مركز الثقل المتوازن.

16- طريقة لمحاذاة مصفوفة شمسية ، تشمل:

توفير أكثر من صف من المتتبعات الشمسية plurality of rows of solar trackers، تتضمن صفوف متعددة من متتبعات شمسية مرتبطة يتم تحريكها بمحرك فردي؛

توفير محدد للعزم torque limiter يرتبط بكل صف متتبع؛

تلقي قوة عزم مفصلي hinge moment force على صف واحد على الأقل من صفوف المتتبع بحيث يتجاوز مستوى العزم level of torque على صف المتتبع الواحد على الأقل حد عزم دوران محدد مسبقا pre-set torsion limit؛

استخدام محدد العزم torque limiter للسماح لصف المتتبع الواحد على الأقل بإيقاف الحركة الدورانية لصفوف المتتبعات الشمسية solar trackers المتعددة عندما يصل صف المتتبع الواحد على الأقل إلى موضع الحد الأقصى له؛ و

تحريك الصفوف المتعددة الأخرى للمتتبعات الشمسية solar trackers بحيث يصل كل صف متتبع إلى موضع الحد الأقصى له maximum limit position إلى أن تتم محاذاة كل صف من الصفوف المتعددة من المتتبعات الشمسية solar trackers .

17- الطريقة وفقا لعنصر الحماية 16، حيث أن كل صف متتبع tracker row يتضمن أكثر من عمود دعم support columns ويشمل أيضا توفير جزء توقف stop عند كل عمود دعم.

18- الطريقة وفقا لعنصر الحماية 17، حيث أنه عندما يصل كل صف متتبع tracker row إلى موضع حد الدوران الأقصى maximum rotational limit position له، فإن أجزاء التوقف stops تقوم بالحد من عزم الدوران عند كل عمود دعم وتقوم بإيقاف الحركة الدورانية في حين تدور الصفوف المتعددة الأخرى من المتتبعات الشمسية وتصل إلى مواضع الحد الأقصى.

19- تركيب متتبع شمسي solar tracker assembly يشمل:

عمود دعم support column

واحد أو أكثر من أنابيب عزم الدوران torque tubes أو دعامات التواء torsion beams متصلة بعمود الدعم support column؛

آلية تثبيت mounting mechanism مرتبطة بأنابيب عزم الدوران torque tubes الواحدة أو أكثر أو دعامات الالتواء torsion beams؛

نظام دفع drive system متصل بأنابيب عزم الدوران torque tubes الواحدة أو أكثر أو بدعامات الالتواء torsion beams، يشمل نظام الدفع drive system علبة تروس ثنائية الاتجاه bi-directional gearbox لها مدخل ومخرج؛ و

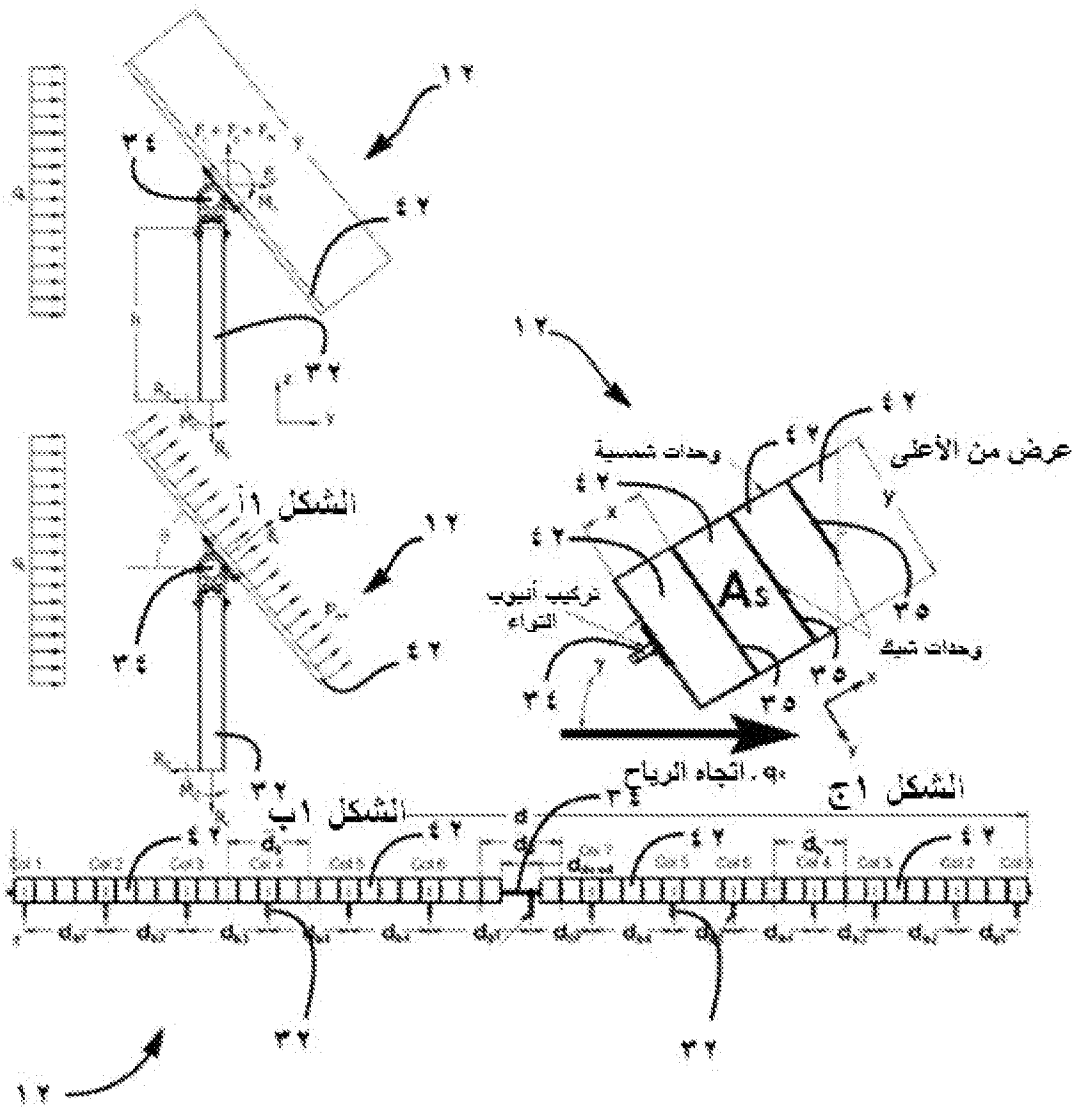
فرامل محرك motor brake موجودة على مدخل علبة التروس ثنائية الاتجاه bi-directional gearbox ؛

حيث أنه عندما تتسبب قوة العزم المفصلي بجعل مستوى العزم على نظام الدفع يتجاوز حد العتبة المحدد مسبقا pre-set threshold ، فإن فرامل المحرك motor brake تنزلق لتسهيل الدفع الخلفي لنظام الدفع drive system؛ وبالتالي السماح لقوة العزم المفصلي بتدوير تركيبة المتتبع الشمسي إلى موضع عزم مفصلي منخفض.

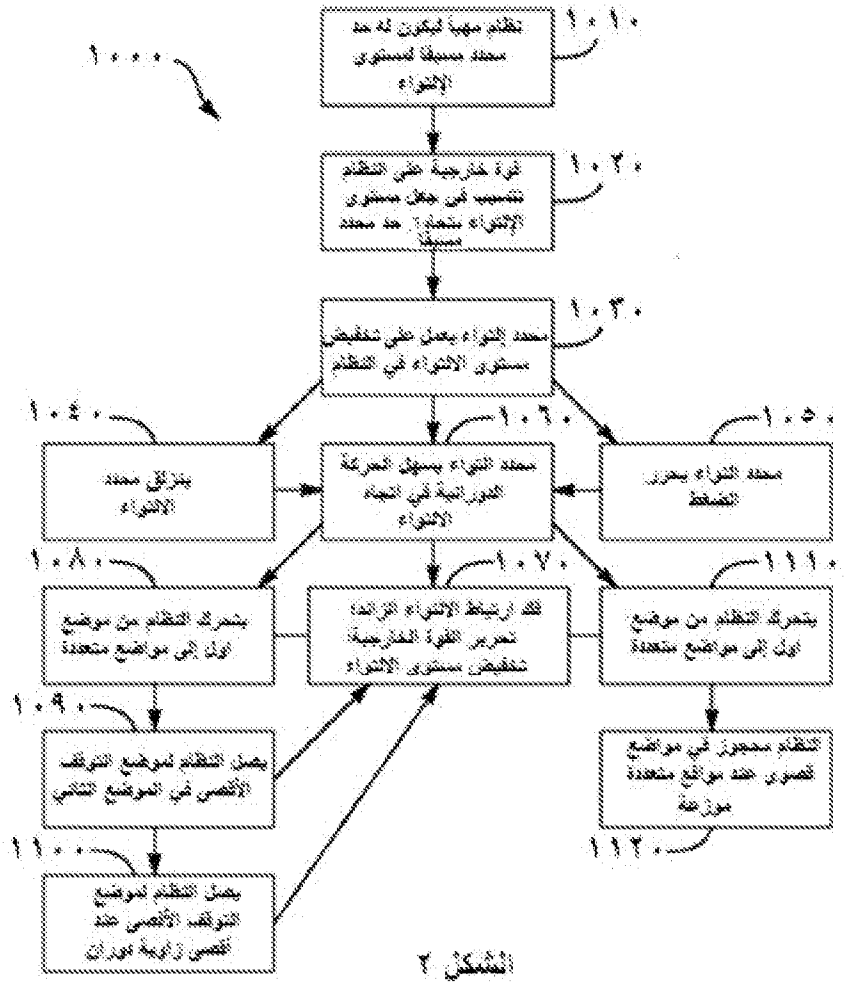
20- الطريقة وفقا لعنصر الحماية 16، حيث أن الصفوف المتعددة الواحدة أو أكثر من المتتبعات الشمسية solar trackers تدور إلى موضع عزم مفصلي hinge moment position منخفض.

21- تركيب المتتبع الشمسي solar tracker assembly وفقا لعنصر الحماية 1، حيث يشمل تركيب المتتبع الشمسي أكثر من عمود دعم يدعم أكثر من صف من المتتبعات الشمسية solar trackers؛

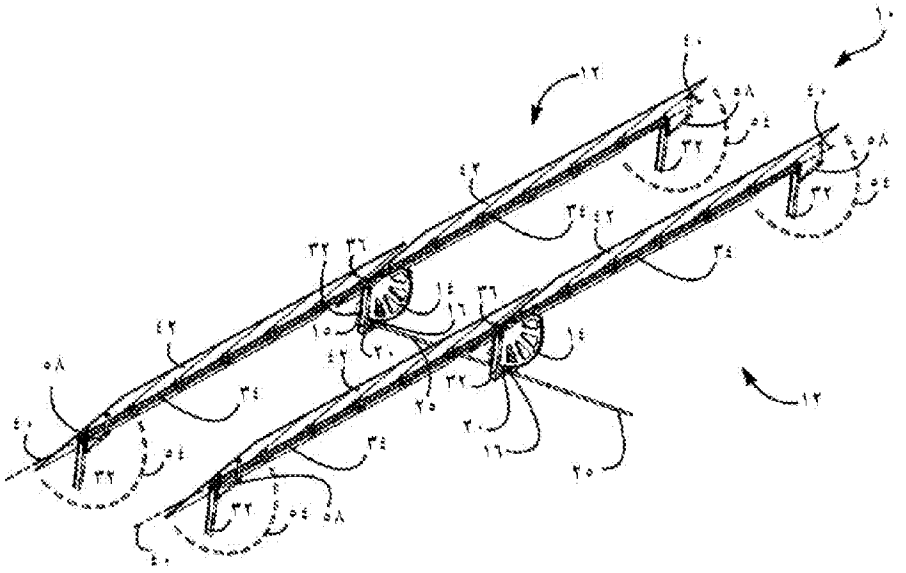
حيث أنه عند وجود عائق يعيق واحد أو أكثر من صفوف المتتبعات الشمسية، فإن محدد العزم torque limiter يقوم بإيقاف الحركة الدورانية للصفوف التي تمت إعاقتها في حين يسمح للصفوف التي لم تتم إعاقتها بالاستمرار في الدوران لتتبع الشمس.


١٢
٣٤
٤٢
٣٢
الشكل ١أ
١٢
٣٤
٤٢
٣٢
الشكل ١ب
١٢
٤٢
وحدات شمسية
عرض من الأعلى
٤٢
٤٢
٤٢
تركيب أنبوب الدواء
٣٥
وحدات شبك
٣٤
٣٥
٣٥
٩٠ اتجاه الرياح
الشكل ١ج
٣٤
٤٢
٤٢
٤٢
٤٢
٣٢
٣٢
١٢

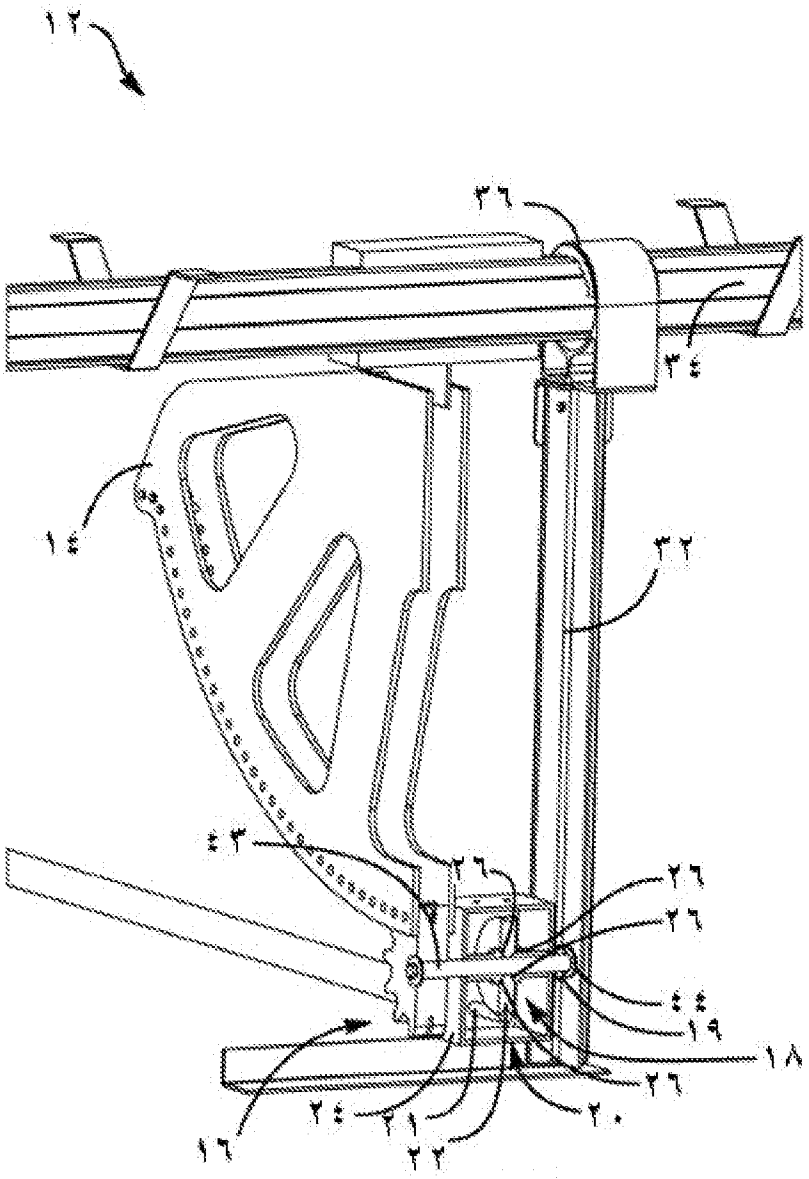
الشكل ١د


١٠٠٠
١٠١٠
١٠٢٠
١٠٣٠
١٠٤٠
١٠٥٠
١٠٦٠
١٠٧٠
١٠٨٠
١٠٩٠
١١٠٠
١١١٠
١١٢٠

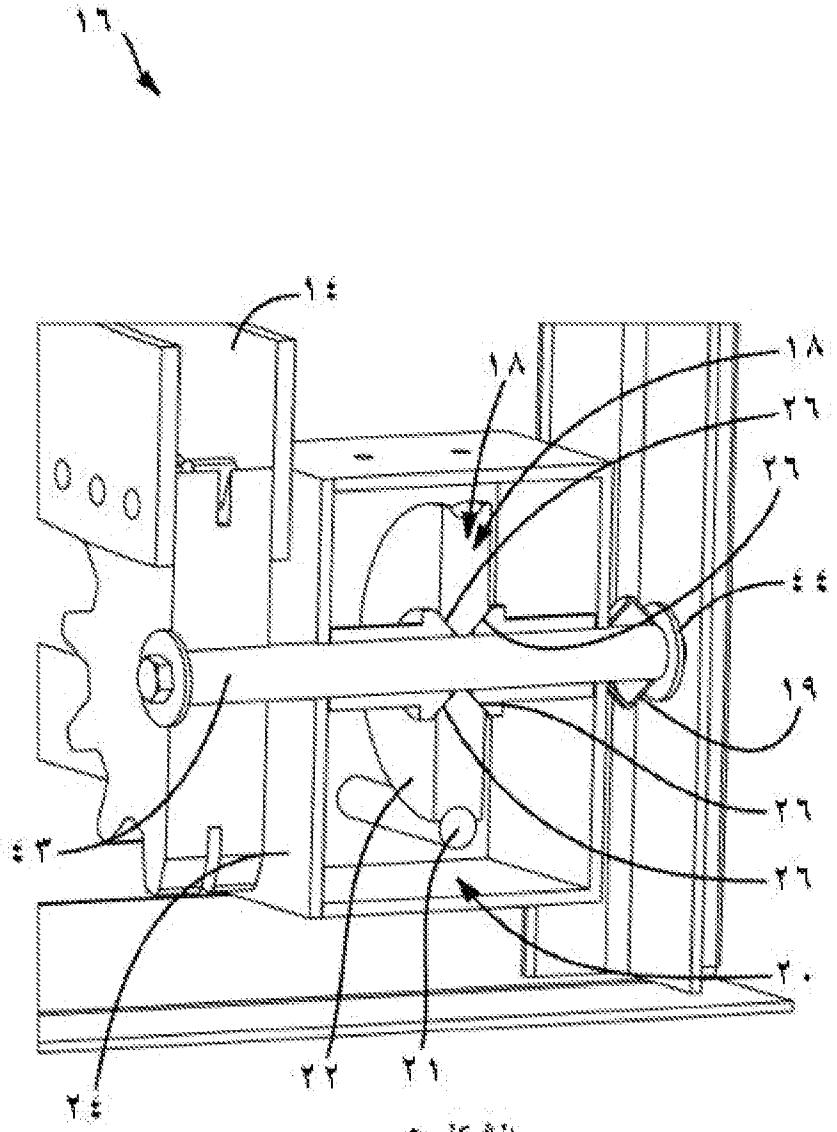
الشكل ٢



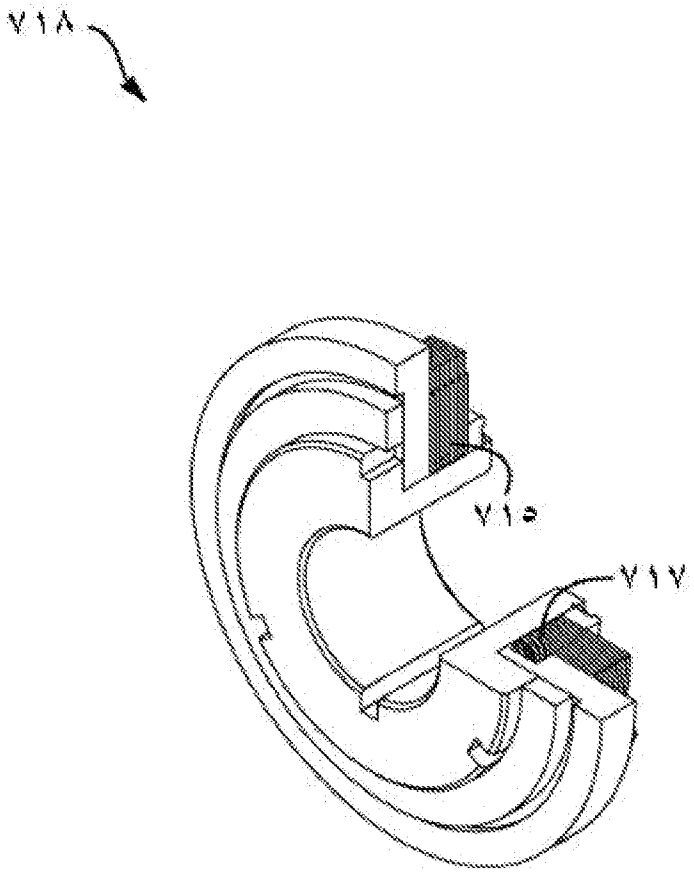
الشكل ٣



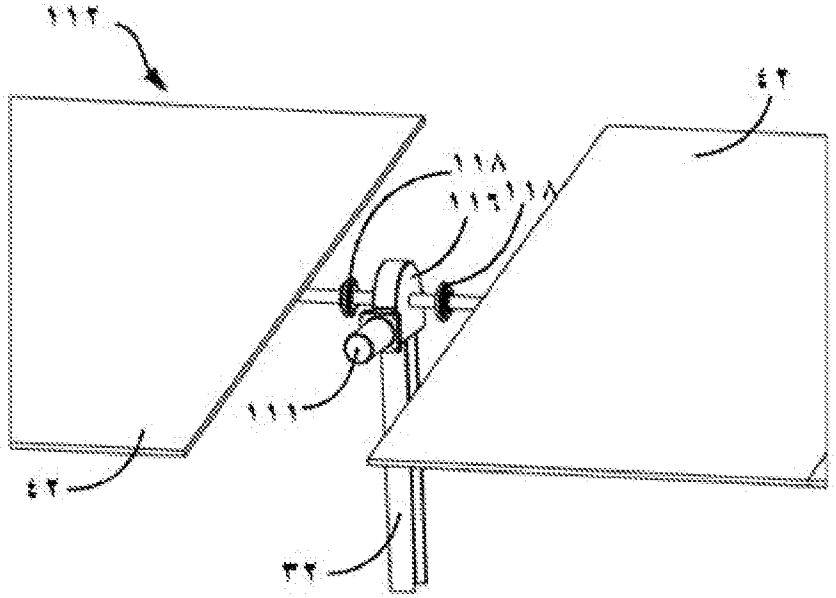
الشكل ٤



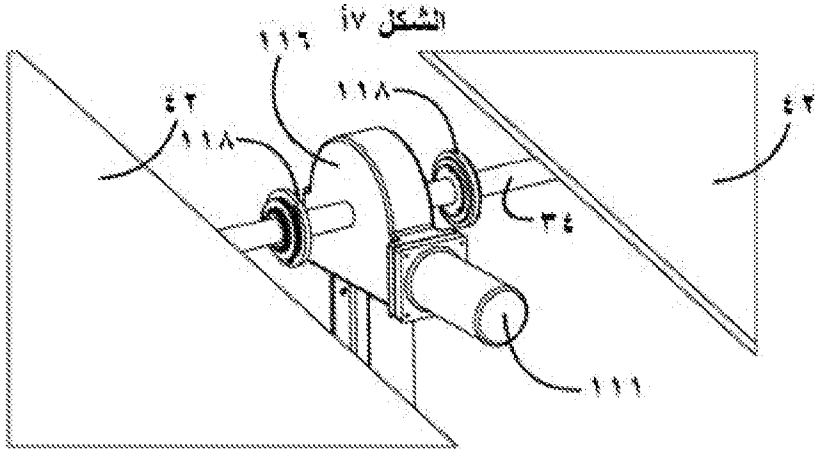
الشكل ٥



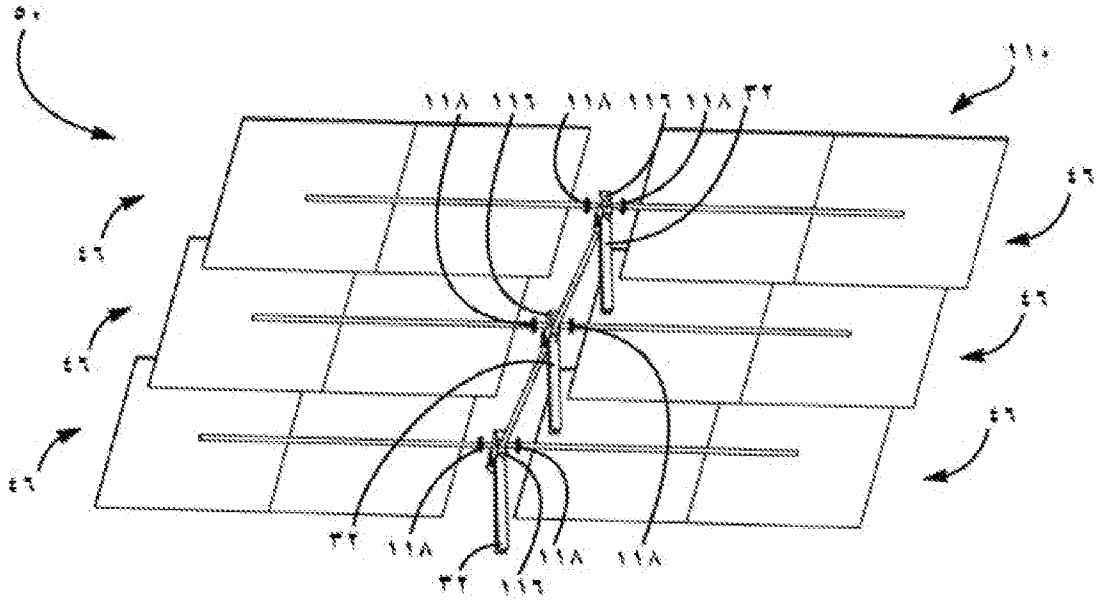
الشكل ٦



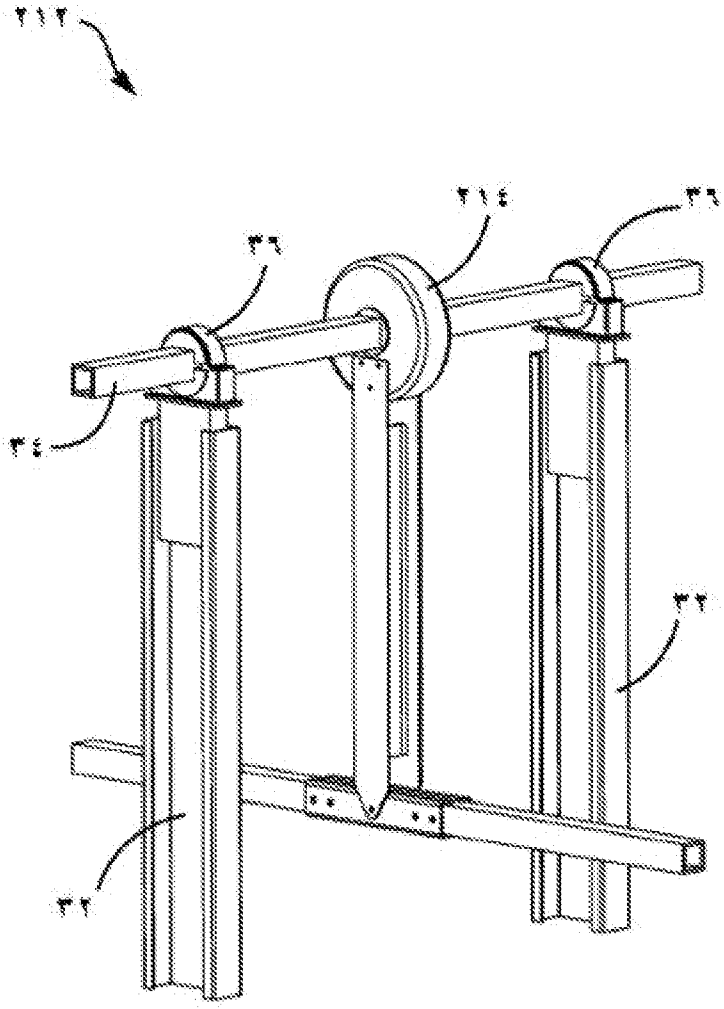
الشكل ٧أ



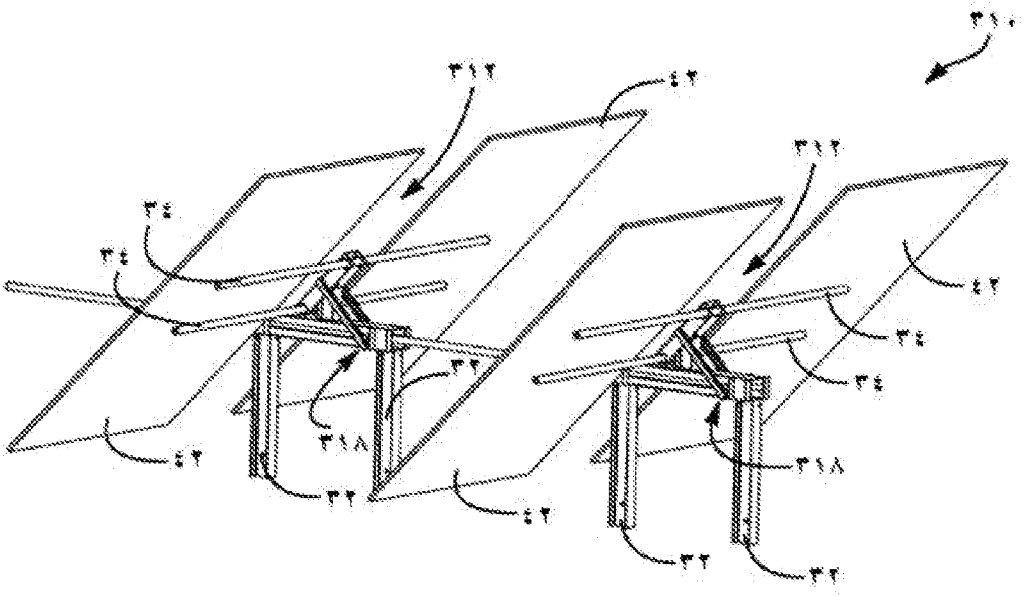
الشكل ٧ب



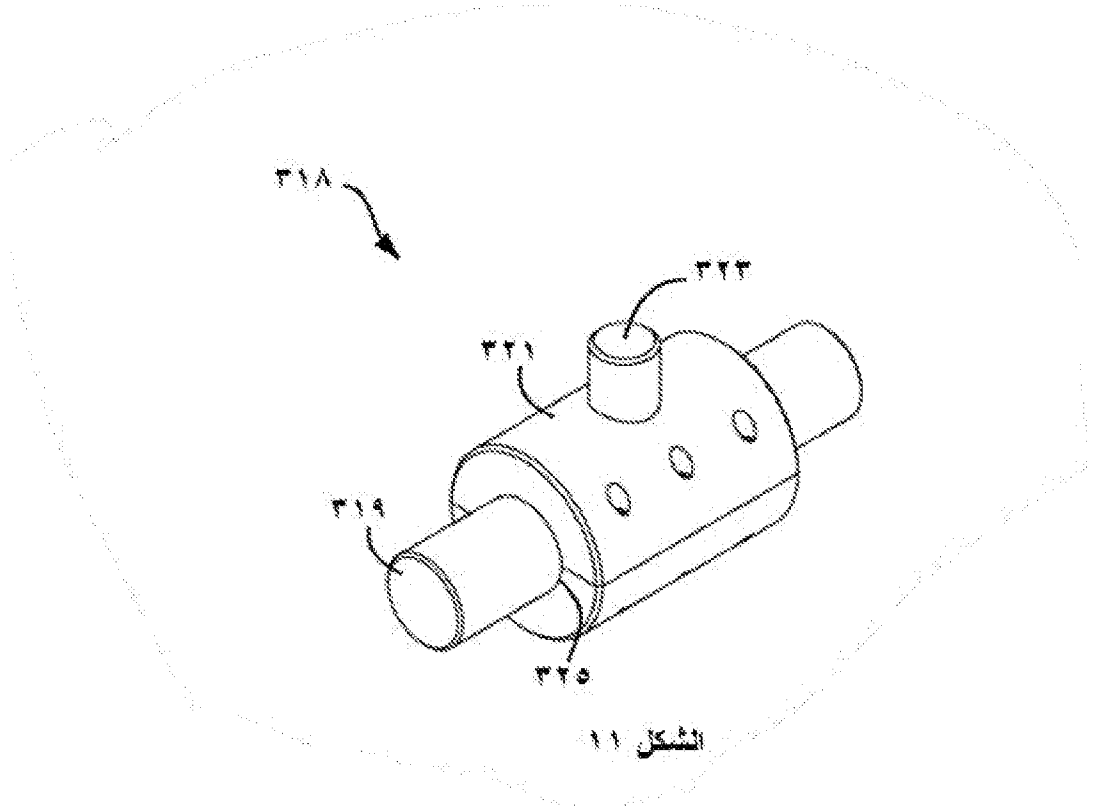
الشكل ٨



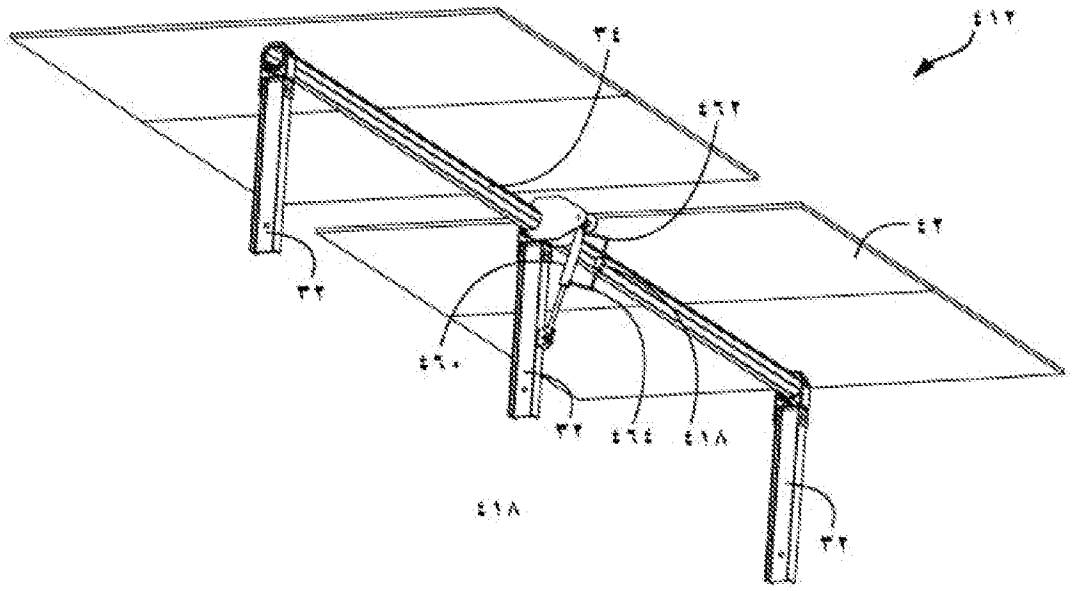
الشكل ٩



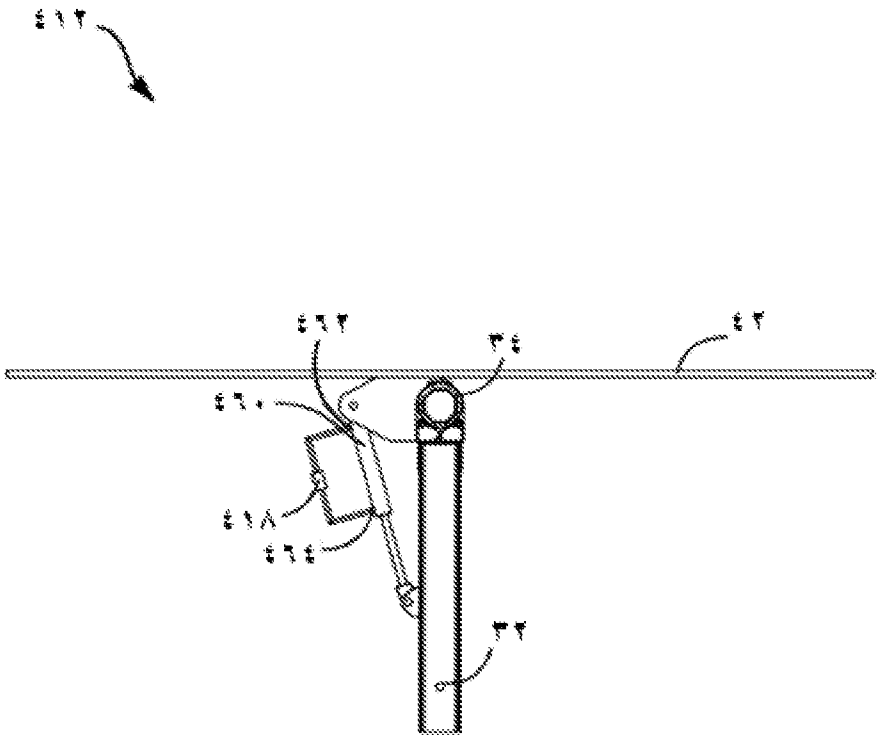
الشكل ١٠



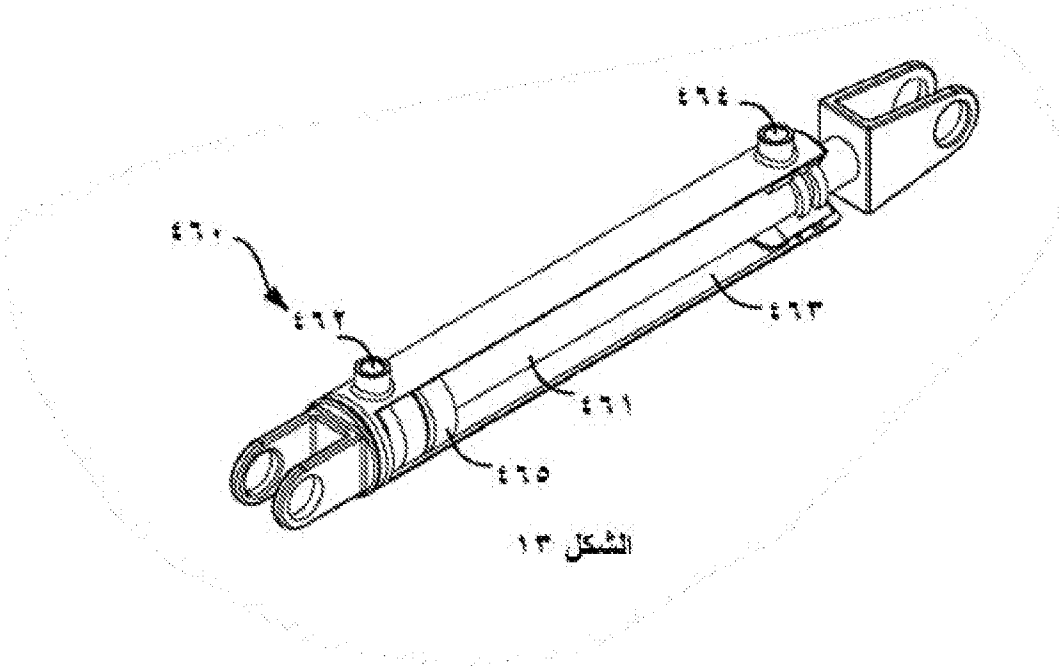
الشكل ١١



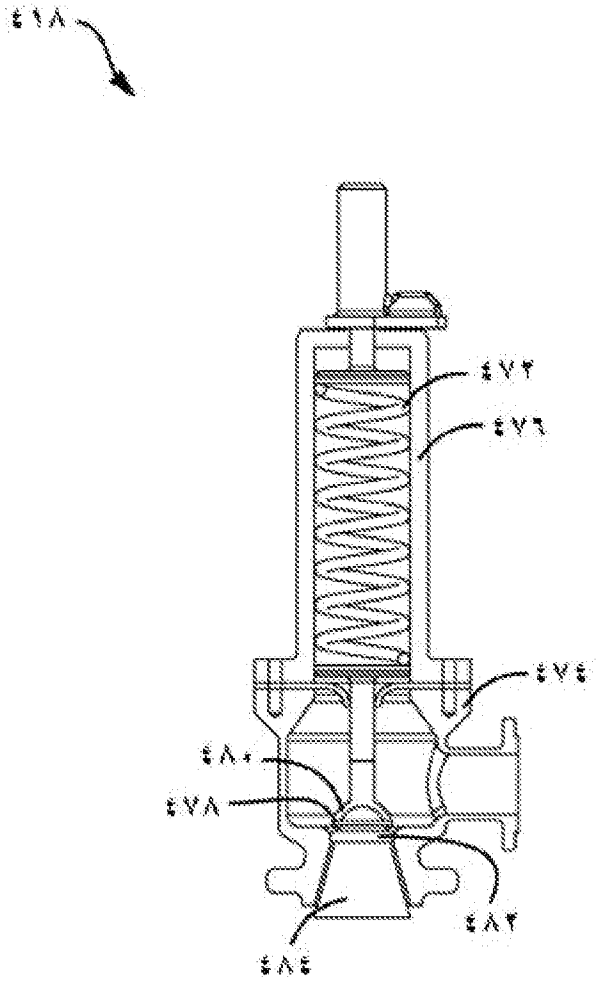
الشكل ١٢



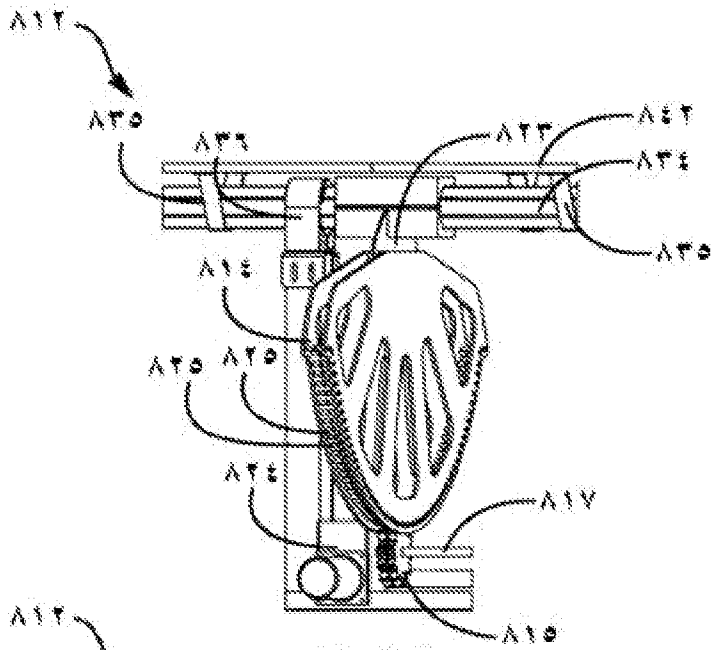
الشكل ١٢ب



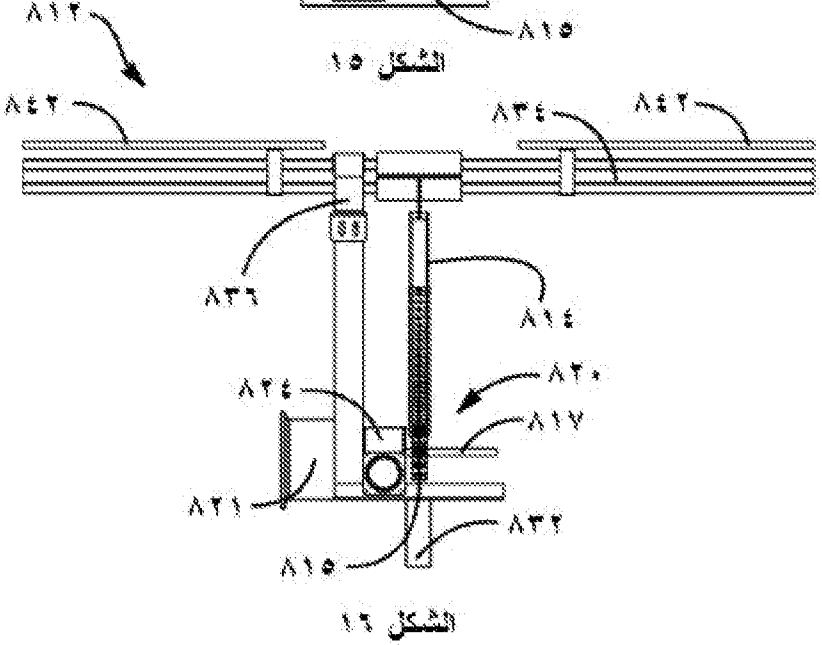
الشكل ١٣



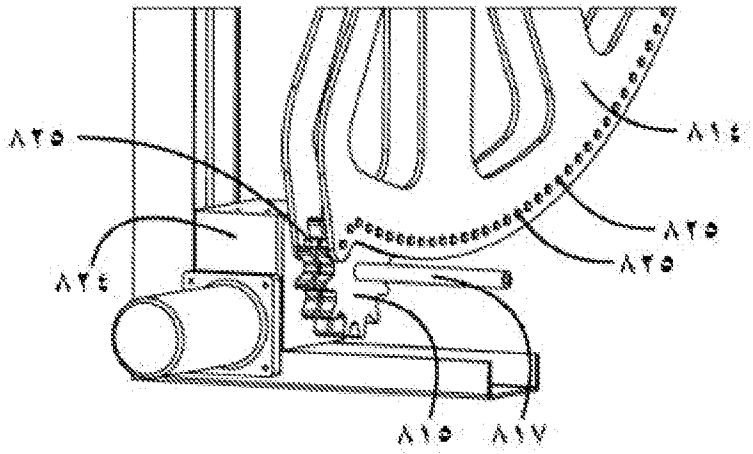
الشكل ١٤



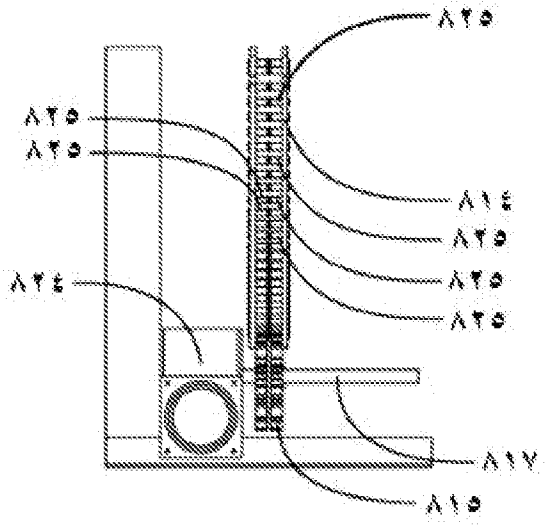
الشكل ١٥



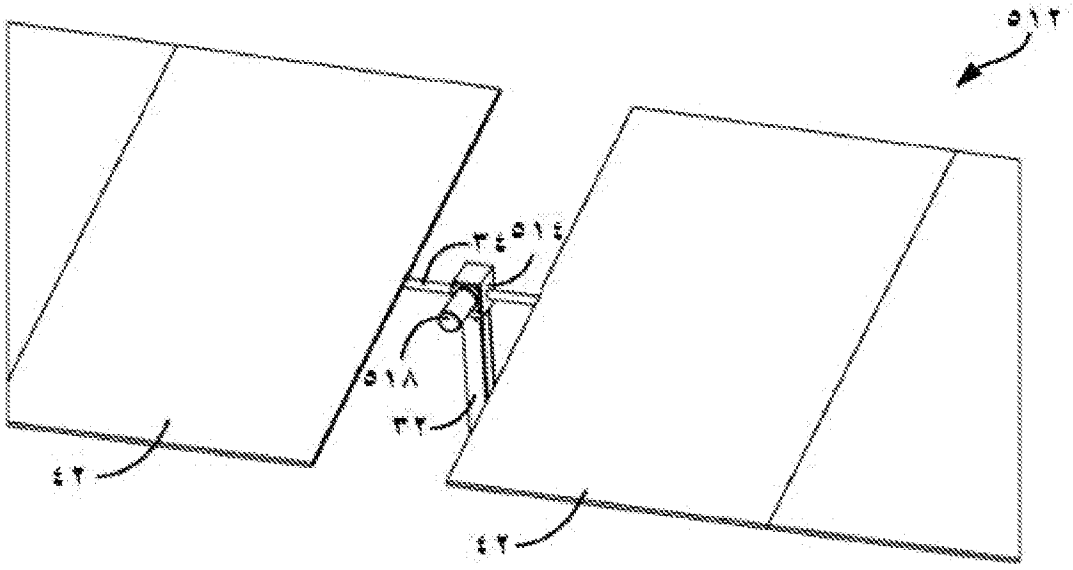
الشكل ١٦



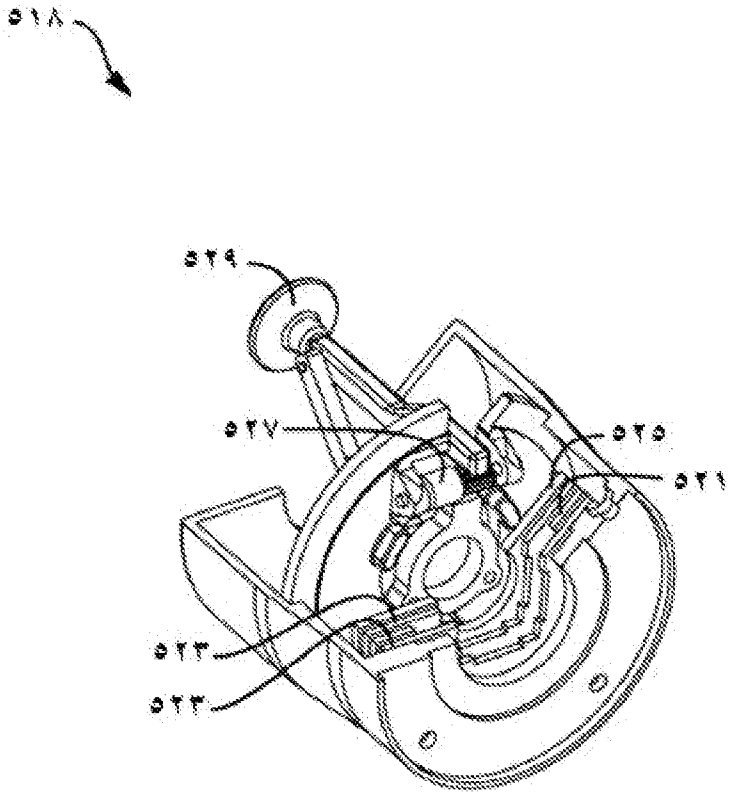
الشكل ١٧



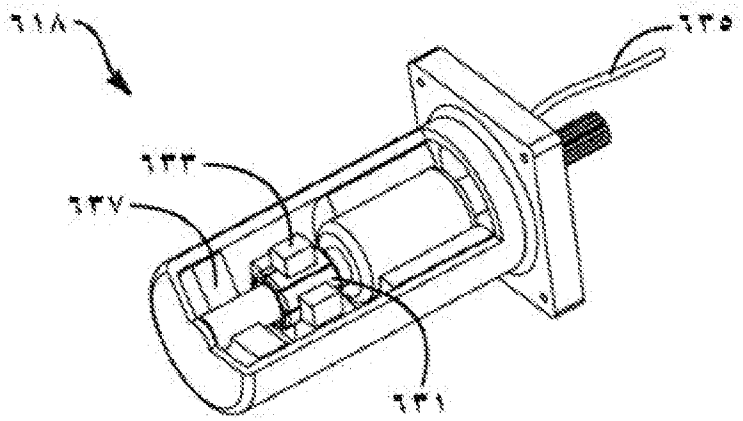
الشكل ١٨



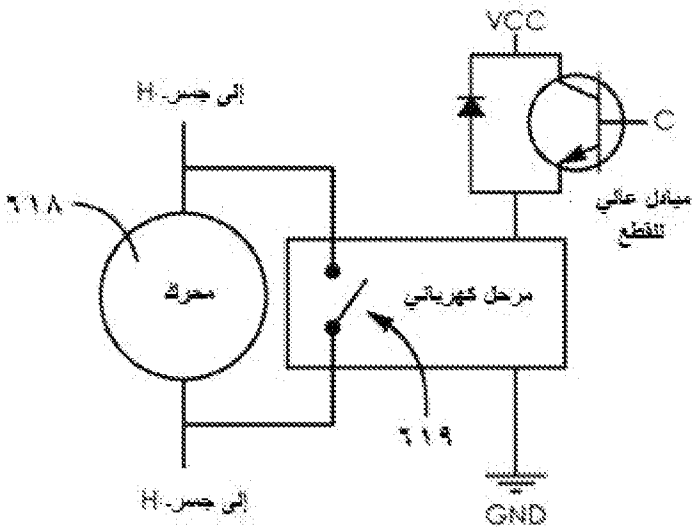
الشكل ١٩



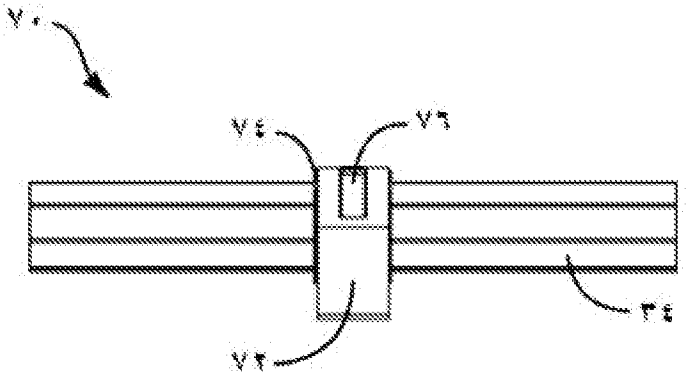
الشكل ٢٠



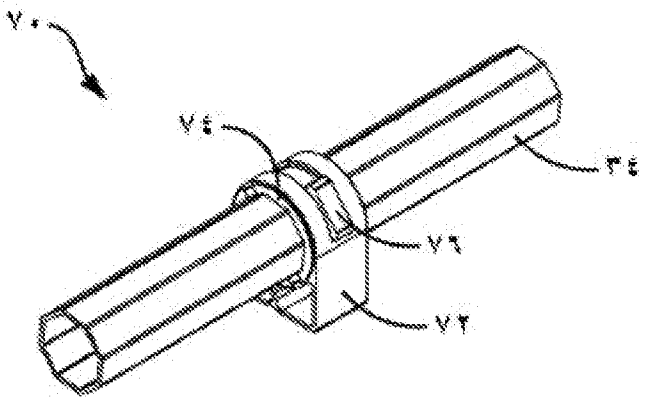
الشكل ٢١



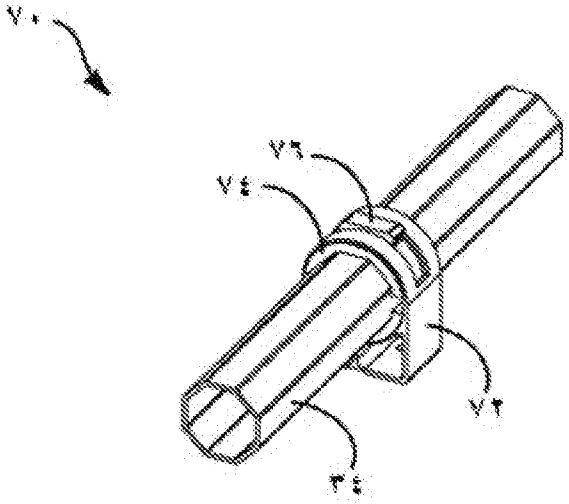
الشكل ٢٢



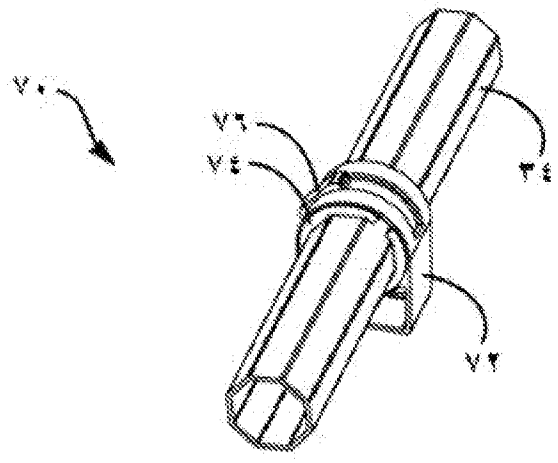
الشكل ٢٣أ



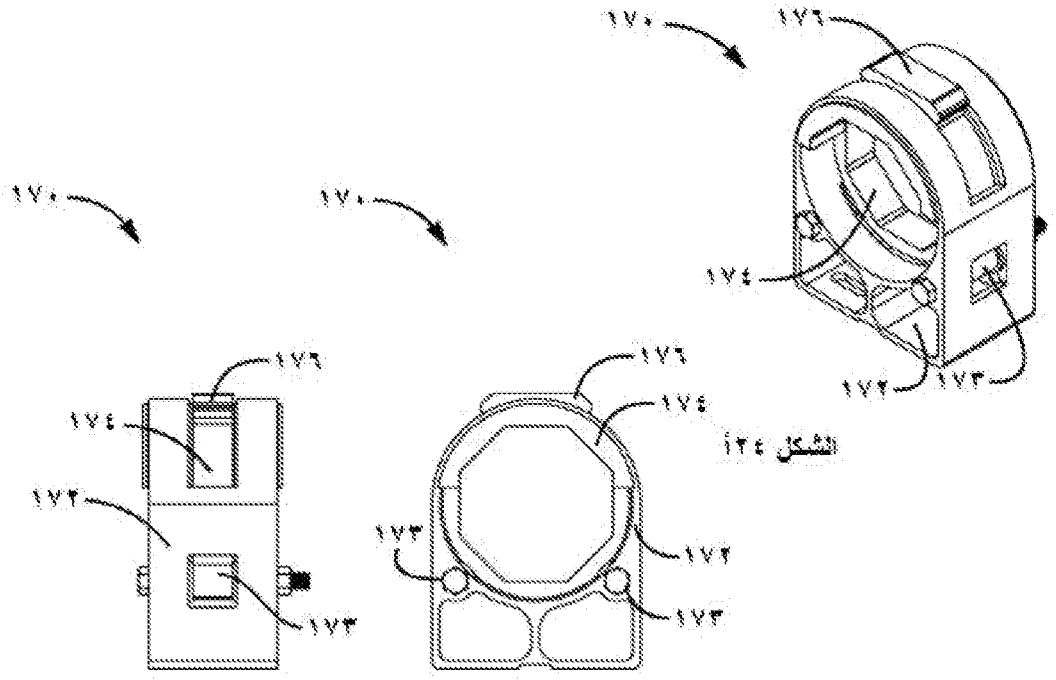
الشكل ٢٣ب



الشكل ٢٣ج



الشكل ٢٣د



الشكل ٢٤أ

الشكل ٢٤ب

الشكل ٢٤ج

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA