



المملكة العربية السعودية  
Kingdom of Saudi Arabia



الهيئة السعودية للملكية الفكرية  
Saudi Authority for Intellectual Property

## براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية وبموجب أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطة 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، ولأحته التنفيذية، يقرر منح:

بريستول، انك، دي/بي/ايه ريموت أوتوماشن سوليوشنز  
Bristol, Inc., d/b/a Remote Automation Solutions

بتاريخ: 1442/07/10 هـ

براءة اختراع رقم: SA 7600

الموافق: 2021/02/22 م

### عن الاختراع المسمى:

طرق وجهاز لتحديد متغيرات وحدة ضخ للاستخدام مع الآبار  
Methods and Apparatus to Determine Parameters of A Pumping Unit for Use With Wells

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

[45] تاريخ المنح: 1442/07/10 هـ

الموافق: 2021/02/22 م

## براءة اختراع

[19] الهيئة السعودية للملكية الفكرية

[11] رقم البراءة: SA 7600 B1

|                                                       |                                                  |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| [86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2015/038731              | [21] رقم الطلب: 516380640                        |
| [87] تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2015/07/01 م           | [22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1438/04/02 هـ   |
| [87] رقم النشر الدولي: WO 2016/004149 A2              | [30] بيانات الأسبقية: الموافق: 2016/12/31 م      |
| [51] تاريخ النشر الدولي: 2016/01/07 م                 | [72] اسم المخترع: توماس ماثيو ميلز               |
| [51] التصنيف الدولي (IPC): F04B 047/002, E21B 043/012 | [73] مالك البراءة: بريستول, انك, دي/بي/ايه ريموت |
| [56] المراجع: US 4490094, US 4541274                  | او توماشن سوليوشنز                               |
| US 3765234, US 2004084179                             | عن نسوانه: 1100 بوكينجهام ستريت واتيرتاون        |
|                                                       | كونيكتكت 06795، الولايات المتحدة الأمريكية       |
|                                                       | جنسيته: أمريكية                                  |
| الفاحص: مشاري بن مطلق العنزي                          | [74] الوكيل: مكتب المحامي سليمان ابراهيم العمار  |

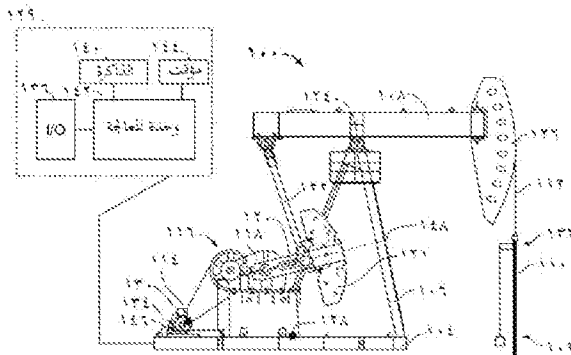
[54] اسم الاختراع: طرق وجهاز لتحديد متغيرات وحدة

ضخ للاستخدام مع الآبار

Methods and Apparatus to Determine Parameters of A Pumping Unit for Use With Wells

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطرق وجهاز لتحديد

متغيرات parameters وحدة ضخ pumping unit للاستخدام مع الآبار. يتضمن جهاز توضيحي مبيت ومُعالج موضوع داخل المبيت. يحدد المُعالج حمل أول على قضيب مصقول polished rod لوحدة ضخ، لتقدير عزم دوران أول لمحرك وحدة الضخ، وتحديد عامل عزم دوران أول لوحدة الضخ. يقوم المُعالج، على أساس الحمل الأول، عزم الدوران الأول، وعامل عزم الدوران الأول، بتحديد زاوية طور ثقل الموازنة counterbalance الخاص بوحدة الضخ أو عزم ثقل الموازنة. الشكل (1)



عدد عناصر الحماية (20)، عدد الأشكال (8)

طرق وجهاز لتحديد متغيرات وحدة ضخ للاستخدام مع الآبار

## Methods and Apparatus to Determine Parameters of A Pumping Unit for Use

### With Wells

#### الوصف الكامل

#### خلفية الاختراع

يتعلق الكشف الحالي بوجه عام بإنتاج هيدروكربونات hydrocarbon و/أو مائع و، بشكل أكثر تحديداً بطرق وجهاز لتحديد متغيرات parameters وحدة ضخ pumping unit للاستخدام مع الآبار.

5 يتم استخدام وحدات الضخ لاستخلاص مائع (على سبيل المثال، هيدروكربونات) من بئر. أثناء دوران وحدة الضخ لاستخلاص المائع من البئر، يتم نقل قوى مختلفة إلى مكونات وحدة الضخ.

#### الوصف العام للاختراع

تتضمن طريقة توضيحية تحديد حمل أول على قضيب مصقول polished rod لوحدة ضخ pumping unit وتقدير عزم دوران أول لمحرك وحدة الضخ. تتضمن الطريقة التوضيحية تحديد

10 عامل عزم دوران أول لوحدة الضخ، حيث يشتمل عامل عزم الدوران الأول على معدل تغير موضع القضيب المصقول بالنسبة لزاوية ذراع مرفق crank arm خاص بوحدة الضخ. تتضمن الطريقة التوضيحية، على أساس الحمل الأول، عزم الدوران الأول، وعامل عزم الدوران الأول، تحديد زاوية طور ثقل الموازنة counterbalance الخاص بوحدة الضخ أو عزم ثقل الموازنة.

تتضمن طريقة توضيحية تحديد عامل عزم دوران أول لوحدة ضخ بواسطة تحديد علاقة تبادلية بين

15 قيم عد النبضات pulse count values لمحرك باستخدام مستشعر أول وموضع قضيب مصقول باستخدام مستشعر ثاني. يتضمن عامل عزم الدوران torque factor معدل تغير موضع قضيب مصقول لوحدة الضخ بالنسبة لزاوية ذراع مرفق خاص بوحدة الضخ.

يتضمن جهاز توضيحي مبين ومعالج موضوع داخل المبيت. يحدد المعالج حمل أول على قضيب مصقول لوحدة ضخ، لتقدير عزم دوران أول لمحرك وحدة الضخ، وتحديد عامل عزم دوران أول لوحدة الضخ. يقوم المعالج، على أساس الحمل الأول، عزم الدوران الأول، وعامل عزم الدوران الأول، بتحديد زاوية طور ثقل الموازنة الخاص بوحدة الضخ أو عزم ثقل الموازنة.

## 5 شرح مختصر للرسومات

الشكل 1 عبارة عن وحدة ضخ توضيحية للاستخدام مع بئر والتي يمكن عليها تنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا.

الشكل 2 عبارة عن وحدة ضخ توضيحية أخرى للاستخدام مع بئر والتي يمكن عليها تنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا.

10 الشكل 3 عبارة عن وحدة ضخ توضيحية أخرى للاستخدام مع بئر والتي يمكن عليها تنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا.

الأشكال 4 - 7 مخططات انسيابية لطرق توضيحية يمكن استخدامها لتنفيذ وحدات الضخ التوضيحية الواردة في الأشكال 1 - 3.

15 الشكل 8 عبارة عن منصة معالج لتنفيذ الطرق الواردة في الأشكال 4 - 7 و/أو الجهاز الوارد في الأشكال 1 - 3.

لا يجب تطبيق مقياس الرسم على الواقع. إن أمكن، سيتم استخدام نفس الأرقام المرجعية على مدار الرسم (الرسومات) والوصف الكتابي المصاحب للإشارة إلى نفس الأجزاء أو إلى أجزاء مماثلة.

## الوصف التفصيلي:

20 أثناء تحرك وحدة الضخ الخاصة ببئر خلال دورة، يتم تسليط قوى و/أو معدلات عزم دوران على مكونات وحدة الضخ المختلفة. في بعض الأمثلة، إذا تمت مراقبة بعض على الأقل من القوى و/أو معدلات عزم الدوران المذكورة و/أو تم الحفاظ عليها عند أقل من قيمة محددة، فإنه يمكن إطالة

العمر التشغيلي لوحدة الضخ و/أو مكوناتها. تتعلق الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا بوحدة تحكم في مضخة قضيبية rod pump controllers توضيحية وطرق ذات صلة تراقب الأحمال و/أو القوى التي يتم نقلها إلى صندوق التروس الخاص بوحدة الضخ في الزمن الفعلي إلى حد كبير. على أساس الأحمال والقوى المراقبة، يمكن أن تتسبب وحدة التحكم في المضخة القضيبيية في تشغيل وحدة الضخ بحيث يتم الحفاظ على أحمال صندوق التروس القصوى عند أقل من قيمة محددة مسبقًا (على سبيل المثال، حد التصميم) لإطالة العمر التشغيلي لصندوق التروس، على سبيل المثال. بالإضافة إلى ذلك أو على نحو بديل، يمكن استخدام الطرق التي تم الكشف عنها هنا لتحديد عوامل عزم الدوران torque factors، زوايا طور ثقل موازنة counterbalance phase angles و/أو معدلات عزم ثقل الموازنة counterbalance moments لوحدة الضخ.

- 10 في بعض الأمثلة، تكون غالبية الأحمال التي يتعرض لها صندوق التروس gear box مرتبطة بعزم دوران ثقل موازنة counterbalance torque وعزم دوران ناتج عن حمل القضيب المصقول polished rod load. يمكن أن يكون عزم دوران ثقل الموازنة عند الحد الأدنى له (على سبيل المثال، صفر تقريبًا) عندما يكون ذراع المرفق رأسي ويكون عند الحد الأقصى له عندما يكون ذراع المرفق أفقي. في بعض الأمثلة، يمكن تحديد عزم دوران القضيب المصقول على أساس عامل (عوامل) حمل وعزم دوران القضيب المصقول الذي يربط حمل القضيب المصقول وعزم دوران القضيب المصقول تبادليًا.

- يمكن تحديد عوامل عزم الدوران لوحدة الضخ بطرق مختلفة. على سبيل المثال، يمكن تحديد عوامل عزم الدوران على أساس الشكل الهندسي لوحدة الضخ ومعادلات معروفة و/أو عملية معايرة توضيحية. إذا تم تحديد عامل (عوامل) عزم الدوران باستخدام عملية المعايرة التوضيحية ومعالجة لاحقة، فإنه يمكن تحديد عامل (عوامل) عزم الدوران باستخدام تقريب الفروق المنتهية وقيم محددة أثناء عملية المعايرة و/أو قيم تم تحديدها لاحقًا. بغض النظر عن كيفية تحديد عامل (عوامل) عزم الدوران، فإنه يمكن استخدام عامل (عوامل) عزم الدوران لتحديد عزم الدوران الصافي الذي يتعرض له صندوق التروس، زاوية طور ثقل الموازنة و/أو عزم دوران ثقل الموازنة الأقصى. أثناء التشغيل، يمكن تشغيل وحدة الضخ لضمان الحفاظ إلى حد كبير على عزم الدوران الصافي الذي يتعرض له صندوق التروس و/أو عزم دوران ثقل الموازنة عند أقل من الحد الأقصى (الحدود القصوى) و/أو

قيمة (قيم) محددة مسبقاً خاصة به لزيادة العمر التشغيلي لمكونات وحدة المضخة إلى حد كبير .  
بالإضافة إلى ذلك أو على نحو بديل، يمكن ضبط زاوية الطور و/أو مكونات وحدة الضخ لتقليل  
أقصى عزم صافي يتعرض له صندوق التروس.

يعرض الشكل 1 وحدة ضخ توضيحية موزونة بذراع مرفق crank arm balanced pumping

5 unit و/أو وحدة ضخ 100 pumping unit يمكن استخدامها لإنتاج نפט من بئر نפט oil well

102. تتضمن وحدة الضخ 100 قاعدة 104 base، قائم 106 Sampson وذراع

مترجحة 108 walking beam. يمكن استخدام الذراع المترجحة 108 لتبادل قضيب

مصقول 110 polished rod بالنسبة لبئر النفط 102 بواسطة زمام 112 bridle.

تتضمن وحدة الضخ 100 موتور motor أو محرك 114 engine يحرك سير belt ونظام بكرة

10 محروزة 116 sheave system لتدوير صندوق تروس 118 gear box و، بدوره، يقوم بتدوير

ذراع مرفق 120 crank arm وحمل موازنة counterweight و/أو ثقل موازنة

121 counterbalance. يتم إقران ذراع توصيل 122 pitman بين ذراع التدوير 120 والذراع

المترجحة 108 بحيث يعمل دوران ذراع التدوير 120 على تحريك ذراع التوصيل 122 والذراع

المترجحة 108. بما أن الذراع المترجحة 108 تدور محوريًا حول نقطة ارتكاز pivot point و/أو

15 محمل راكب 124 saddle bearing، فإن الذراع المترجحة 108 تُحرك رأس حصان

تحميل 126 horse head والقضيب المصقول 110.

للكشف عما إذا كان ذراع التدوير 120 يُكمل دورة و/أو يجتاز موضع زاوي محدد، فإنه يمكن

إقران مستشعر أول 128 first sensor بجوار ذراع التدوير 120. للكشف عن و/أو مراقبة عدد

دورات الموتور 114 motor، يتم إقران مستشعر ثاني 130 second sensor بالموتور المجاور

20 114. يتم إقران مستشعر ثالث (على سبيل المثال، مقياس فرق جهد خيطي string

potentiometer، مستشعر إزاحة خطية linear displacement sensor باستخدام

رادار radar، ليزر laser، وهكذا) 132 بوحدة الضخ 100 ويتم استخدامه في توليفة مع

المستشعرات الأولى والثانية (على سبيل المثال، مستشعرات تقارب 128 (proximity sensors)،

130 لمعايرة وحدة تحكم في مضخة قضيبية rod pump controller و/أو جهاز apparatus

25 129 وفقًا للتعليمات الواردة في الكشف الحالي. على عكس بعض تقنيات المعايرة المعروفة التي

- تعتمد على قياس وحدة المضخة وتحديد إزاحة ذراع المرفق/القضيب المصقول، تتم معايرة الجهاز التوضيحي 129 بواسطة القيام مباشرة بقياس موضع القضيب المصقول 110 دوران المحرك 114 خلال دورة ذراع المرفق 120.
- 5 في بعض الأمثلة، لمعايرة الجهاز 129 الوارد في الشكل 1، يكشف المستشعر الأول 128 عن اكتمال دورة ذراع المرفق 120، يكشف المستشعر الثاني 130 عن واحد أو أكثر من الأهداف targets 134 المقترنة بالمحرك 114 و/أو عمود تدوير المحرك 114 عند دوران المحرك 114 ويقيس المستشعر الثالث 132 بشكل مباشر موضع القضيب المصقول 110 خلال الشوط الخاص به. يتم استقبال البيانات التي يتم الحصول عليها من المستشعرات الأول، الثاني والثالث 128، 130 و 132 بواسطة وسيلة الإدخال/الإخراج (I/O) 136 الخاصة بالجهاز 129 ويتم تخزينها في الذاكرة 140 memory التي يتم الوصول إليها بواسطة المعالج 142 processor 142 الموضوع داخل مبيت الجهاز 129. على سبيل المثال، أثناء عملية المعايرة، يستقبل المعالج 142 بشكل متكرر و/أو يستقبل بشكل متزامن إلى حد كبير (على سبيل المثال، كل 50 مللي ثانية، كل 5 ثواني، بين حوالي 5 ثواني و 60 ثانية) قيمة عد نبضات مرفق crank pulse count و/أو نبضات من المستشعر الأول 128، قيمة عد نبضات محرك مقابل الزمن و/أو نبضات من المستشعر الثاني 130 وموضع القضيب المصقول 110 مقابل الزمن من المستشعر الثالث 132. 15 في بعض الأمثلة، يتم استخدام مؤقت 144 timer بواسطة المعالج 142 و/أو المستشعرات الأول، الثاني و/أو الثالث 128، 130 و/أو 132 لتحديد فترة أخذ العينة و/أو لتحديد متى يتم طلب، إرسال و/أو استقبال البيانات (على سبيل المثال، قيم متغير مُقاسة) من المستشعرات الأول، الثاني والثالث 128، 130 و 132. بالإضافة إلى ذلك، في بعض الأمثلة، يمكن استقبال دخل 20 (على سبيل المثال، دخل مستشعر، دخل القوائم على التشغيل) بواسطة وسيلة I/O 136 تحدد متى يكون ذراع المرفق 120 رأسياً. يمكن أن يكون عزم دوران ثقل الموازنة عند الحد الأدنى له (على سبيل المثال، صفر تقريباً) عندما يكون ذراع المرفق 120 رأسياً. على أساس المدخلات، يمكن تحديد قيمة عد نبضات المحرك من نقطة في دورة وحدة الضخ 100 إلى الموضع الرأسي. في بعض الأمثلة، ينتج المعالج 142 جدول مرجعي و/أو معايرة 400 calibration (الأشكال 4 و 4ب) تعرض العلاقة (العلاقات) بين قيم المتغير المُقاسة المذكورة (على سبيل المثال، قيمة عد

نبضات المحرك وموضع القضيب المصقول) لدورة (دورات) كاملة لوحدة الضخ 100 على أساس موضع القضيب المصقول 110 مقابل الزمن وقيمة عد نبضات المحرك مقابل الزمن بين اثنين من قيم عد نبضات مرفق متتاليتين (على سبيل المثال، دورة ذراع المرفق 120). في بعض الأمثلة، يمكن قياس الزمن بالثواني ويمكن قياس موضع القضيب المصقول 279 سم .

- 5 فور اكتمال عملية المعايرة وإنتاج الجدول المرجعي المناظر 400، يتم حفظ بيانات الموضع المحددة (على سبيل المثال، بيانات موضع القضيب المصقول 110 مقابل الزمن) في الذاكرة 140 و/أو يتم استخدامها بواسطة المعالج 142 لإنتاج بطاقة دينامومتر dynamometer card مثل، على سبيل المثال، بطاقة دينامومتر لمضخة قضيبية rod pump dynamometer card ، بطاقة دينامومتر سطحية surface dynamometer card ، بطاقة دينامومتر لمضخة pump dynamometer card ، وهكذا. يمكن استخدام بطاقات الدينامومتر لتحديد الحمل load،  $F$ ، على القضيب المصقول 110، على سبيل المثال. بالإضافة إلى ذلك أو على نحو بديل، يمكن استخدام القيم المتضمنة في الجدول المرجعي 400 لتحديد عدد قيم عد نبضات المحرك لكل دورة ذراع مرفق 120.

- على النحو الموضح في الجدول المرجعي 500 reference table الوارد في الجداول 2 و 3، يمكن ضبط قيم الجدول المرجعي 400 الوارد في الجداول 1 و 2 بحيث تكون القياسات على أساس الموضع الرأسي لذراع المرفق 120 ويتم قياسه لربطه بمعدلات الإزاحة الزاوية للمرفق (أي، زاوية المرفق). في بعض الأمثلة، يمكن استخدام المعادلة 1 لتحديد زاوية المرفق على أساس قيم متضمن في الجدول المرجعي 400، حيث تكون  $MP$  مناظرة لعدد نبضات المحرك التي تم الكشف عنها بواسطة المستشعر الثاني 130، تكون  $MPPCZ$  مناظرة لعدد نبضات المحرك التي تم الكشف عنها بواسطة المستشعر الثاني 130 عندما تكون قيمة ذراع المرفق 120 صفر وتكون  $MPPCR$  مناظرة لعدد نبضات المحرك التي تم الكشف عنها بواسطة المستشعر الثاني 130 أثناء دورة واحدة لذراع المرفق 120.

$$\text{زاوية المرفق} = \frac{2\pi(MP - MPPCZ)}{MPPCR} \quad \text{المعادلة 1:}$$

يمكن استخدام المعادلة 2 لتحديد عزم الدوران الناتج عن حمل القضيب المصقول polished rod load ،  $T_{PRL}(\theta)$  ، عندما يكون ذراع المرفق 120 موضوع بزاوية  $\theta$  ، حيث تكون

$F$  مناظرة لحمل القضيب المصقول وتكون  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  مناظرة لمعدل التغير في موضع القضيب المصقول 110 بالنسبة للتغير في زاوية ذراع المرفق 120 (على سبيل المثال، عامل عزم

5 (الدوران). يمكن استخدام المعادلة 3 لتحديد عامل عزم الدوران،  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  ، حيث تكون  $\frac{ds}{dt}$  مناظر

للتغير في موضع القضيب المصقول 110 مقابل الزمن (على سبيل المثال، سرعة القضيب

المصقول) وتكون  $\frac{d\theta}{dt}$  مناظرة للسرعة الزاوية لذراع المرفق 120. على وجه التحديد، في بعض

الأمثلة وعلى النحو الموضح في الجدول المرجعي 600 الوارد في الأشكال 6 أ و 6 ب، يمكن

استخدام تقريب الفروق المركزية من الدرجة الأولى لتحديد  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  و  $\frac{ds}{dt}$  ويمكن استخدام العلاقة

10 الموضحة في المعادلة 3 لتحديد عامل عزم الدوران،  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  . في بعض الأمثلة الواردة هنا، يمكن

التعبير عن عامل عزم الدوران بواسطة  $TF(\theta)$  أو  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  .

$$T_{PRL}(\theta) = F * \frac{ds(\theta)}{d\theta} \quad \text{المعادلة 2:}$$

$$\frac{ds}{d\theta} = \frac{\frac{ds}{dt}}{\frac{d\theta}{dt}} \quad \text{المعادلة 3:}$$

تعرض المعادلة 4 العلاقة بين عزم الدوران الصافي net torque ،  $T_{Net}(\theta)$  ، الذي يتعرض له

15 عمود تدوير صندوق التروس 118 عندما يكون ذراع المرفق 120 موضوع بزاوية  $\theta$  ، عزم دوران

ثقل الموازنة counterbalance torque ،  $T_{CB}(\theta)$  ، عندما يكون ذراع المرفق 120 موضوع

بزاوية  $\theta$  ، وعزم الدوران torque ،  $T_{PRL}(\theta)$  ، من تحميل القضيب المصقول 110 عندما يكون

ذراع المرفق 120 موضوع بزاوية  $\theta$  . في المعادلة 4، يتم تجاهل عزم الدوران القصوري لوحدة

الضخ 100. يمكن استخدام المعادلة 5 لتحديد عزم الدوران الصافي،  $T_{Net}(\theta)$  ، على صندوق

التروس 118. بالإشارة إلى المعادلة 5، تكون  $T_{NP}(\theta)$ ، مناظرة لعزم دوران المحرك، تكون MPPCR مناظرة لعدد نبضات المحرك 114 المسجلة أثناء دورة واحدة لذراع المرفق 120 وتكون Targets مناظرة لعدد الأهداف 134 المقترنة بالمحرك 114 و/أو عمود التدوير الخاص بها. في بعض الأمثلة، يتم تحديد عزم دوران المحرك بواسطة مستشعر رابع (على سبيل المثال، محرك متغير السرعة) 146 مقترن بالمحرك 114. يمكن قياس عزم الدوران الصافي،  $T_{Net}(\theta)$  5، المُسلط على صندوق التروس 118 بواسطة ميجا باسكال. وعليه يمكن تضمين الرقم اثنا عشر في المعادلة 5 للتعبير عن عزم الدوران الصافي بالميجا باسكال. تعرض المعادلة 6 العلاقة بين عزم دوران ثقل الموازنة،  $T_{CB}(\theta)$ ، عند زاوية،  $\theta$ ، عزم ثقل الموازنة الأقصى،  $M$ ، وزاوية الطور،  $\tau$ ، لثقل الموازنة بالراديان.

$$T_{Net}(\theta) = T_{CB}(\theta) + T_{PRL}(\theta) \quad \text{المعادلة 4:} \quad 10$$

$$T_{Net}(\theta) = 12 * T_{NP}(\theta) \frac{MPPCR}{\text{الأهداف}} \quad \text{المعادلة 5:}$$

$$T_{CB}(\theta) = -M * \sin(\theta + \tau) \quad \text{المعادلة 6:}$$

تُمثل المعادلة 7 توليفة من المعادلات 2، 4 و 6 حيث تكون  $T_{Net}(\theta)$  مناظرة لعزم الدوران الصافي على صندوق التروس 118 و/أو عمود الدوران الخاص به، تكون  $M$  مناظرة لعزم ثقل الموازنة الأقصى، تكون  $\theta$  مناظرة للإزاحة الزاوية لذراع المرفق 120 عن الموضع الرأسي، تكون  $\tau$  مناظرة لزاوية طور ثقل الموازنة بالراديان، تكون  $F$  مناظرة لحمل القضيب المصقول 110 اللحظي وتكون  $TF(\theta)$  مناظرة لعامل عزم الدوران عند زاوية ذراع المرفق 120،  $\theta$ .

$$T_{Net}(\theta) = [-M * \sin(\theta + \tau)] + F * TF(\theta) \quad \text{المعادلة 7:}$$

يمكن استخدام المعادلة 8 لتحديد زاوية الطور لثقل الموازنة باستخدام عوامل عزم الدوران،  $T_{Net}(\theta)$  20، عند زوايا مرفق مختلفة. على سبيل المثال، باستخدام المعادلات 9، 10، 11 و 12،

يمكن تحديد عوامل عزم الدوران ذات الصلة عندما تكون زاوية المرفق عبارة عن

و  $0, \frac{\pi}{2}, \pi$   $\frac{3\pi}{2}$  . في بعض الأمثلة، يمكن استكمال عوامل عزم الدوران بين كل من

زوايا المرفق  $0, \frac{\pi}{2}, \pi$  و  $\frac{3\pi}{2}$  . كما يمكن إعادة كتابة المعادلة 10 لحل عزم دوران الثقل الموازن الأقصى،  $M$ ، على النحو الموضح في المعادلة 13.

$$\tau = \text{atan} \frac{T_{Net}(\pi) - T_{Net}(0) + [F(0) * TF(0)] - [F(\pi) * TF(\pi)]}{T_{Net}(\frac{3\pi}{2}) - T_{Net}(\frac{\pi}{2}) + [F(\frac{\pi}{2}) * TF(\frac{\pi}{2})] - [F(\frac{3\pi}{2}) * TF(\frac{3\pi}{2})]} \quad \text{المعادلة 8:} \quad 5$$

$$T_{Net}(0) = [-M * \sin(\tau)] + F(0) * TF(0) \quad \text{المعادلة 9:}$$

$$T_{Net}(\frac{\pi}{2}) = [-M * \cos(\tau)] + F(\frac{\pi}{2}) * TF(\frac{\pi}{2}) \quad \text{المعادلة 10:}$$

$$T_{Net}(\pi) = [M * \sin(\tau)] + F(\pi) * TF(\pi) \quad \text{المعادلة 11:}$$

$$T_{Net}(\frac{3\pi}{2}) = [M * \cos(\tau)] + F(\frac{3\pi}{2}) * TF(\frac{3\pi}{2}) \quad \text{المعادلة 12:}$$

$$M = \frac{[F(\frac{\pi}{2}) * TF(\frac{\pi}{2})] - T_{Net}(\frac{\pi}{2})}{\cos(\tau)} \quad \text{المعادلة 13:} \quad 10$$

يعرض الشكل 2 وحدة ضخ من نوع Mark II و/أو وحدة ضخ 200 pumping unit يمكن استخدامها لتنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا. على النقيض من وحدة الضخ الموزونة بذراع مرفق 100 الواردة في الشكل 1 والتي تشترك فيها مسامير ذراع المرفق 120 وثقل الموازنة في

محور مشترك 148، تتضمن وحدة الضخ من نوع Mark II 200 ذراع حمل موازنة

202 counterweight arm وذراع مسمار 204 pin arm به محاور إزاحة offset axes 15

206 و 208. تقوم محاور الإزاحة 206 و 208 بتزويد وحدة الضخ 200 بزاوية طور موجبة

، positive phase angle  $\tau$ .

يعرض الشكل 3 وحدة ضخ ذات شكل هندسي متقدم و/أو وحدة ضخ 300 يمكن استخدامها لتنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا. على النقيض من وحدة الضخ الموزونة بذراع مرفق 100 الواردة في الشكل 1 والتي تشترك فيها مسامير ذراع المرفق 120 وثقل الموازنة في المحور المشترك 148، تتضمن وحدة الضخ ذات الشكل الهندسي المتقدم 300 ذراع حمل موازنة 302 وذراع مسمار 304 به محاور إزاحة 306 و308. تقوم محاور الإزاحة 306 و308 بتزويد وحدة الضخ 300 بزاوية طور سالبة، <sup>٤</sup>. يعرض الجدولين 1 و 2 جدولين مرجعيين توضيحيين تم إنتاجهما أثناء عملية معايرة توضيحية وفقًا للإرشادات الواردة في الكشف الحالي.

جدول 1 :

| الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION | الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION |
|-------|----------------|----------|-------|----------------|----------|
| SECS  | COUNT          | INCH     | SECS  | COUNT          | INCH     |
| 4.05  | 458            | 72.019   | 6.05  | 698            | 11.42    |
| 4.1   | 464            | 70.93    | 6.1   | 704            | 10.30    |
| 4.15  | 470            | 69.62    | 6.15  | 710            | 9.23     |
| 4.2   | 476            | 68.27    | 6.2   | 716            | 8.21     |
| 4.25  | 482            | 66.89    | 6.25  | 722            | 7.25     |
| 4.3   | 488            | 65.47    | 6.3   | 728            | 6.34     |
| 4.35  | 494            | 64.01    | 6.35  | 734            | 5.48     |
| 4.4   | 500            | 62.52    | 6.4   | 740            | 4.69     |
| 4.45  | 506            | 61.00    | 6.45  | 746            | 3.95     |

|      |     |       |      |     |      |
|------|-----|-------|------|-----|------|
| 4.5  | 512 | 59.46 | 6.5  | 752 | 3.27 |
| 4.55 | 518 | 57.88 | 6.55 | 758 | 2.66 |
| 4.6  | 524 | 56.29 | 6.6  | 764 | 2.10 |
| 4.65 | 530 | 54.67 | 6.65 | 770 | 1.61 |
| 4.7  | 536 | 53.04 | 6.7  | 776 | 1.19 |
| 4.75 | 542 | 51.39 | 6.75 | 782 | 0.83 |
| 4.8  | 548 | 49.73 | 6.8  | 788 | 0.53 |
| 4.85 | 554 | 48.05 | 6.85 | 794 | 0.30 |
| 4.9  | 560 | 46.37 | 6.9  | 800 | 0.13 |
| 4.95 | 566 | 44.69 | 6.95 | 806 | 0.03 |
| 5    | 572 | 43.00 | 7    | 812 | 0.00 |
| 5.05 | 578 | 41.31 | 7.05 | 818 | 0.03 |

تابع جدول 1

| الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION | الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION |
|-------|----------------|----------|-------|----------------|----------|
| SECS  | COUNT          | INCH     | SECS  | COUNT          | INCH     |
| 0     | 0              | 12.59    | 2.05  | 237            | 74.58    |
| 0.05  | 6              | 13.18    | 2.1   | 243            | 75.70    |
| 0.1   | 12             | 15.07    | 2.15  | 249            | 79.77    |

|      |     |       |      |     |       |
|------|-----|-------|------|-----|-------|
| 0.15 | 18  | 16.38 | 2.2  | 255 | 77.79 |
| 0.2  | 24  | 17.73 | 2.25 | 261 | 78.75 |
| 0.25 | 30  | 19.11 | 2.3  | 267 | 79.66 |
| 0.3  | 36  | 20.53 | 2.35 | 273 | 80.52 |
| 0.35 | 42  | 21.99 | 2.4  | 279 | 81.31 |
| 0.4  | 48  | 23.48 | 2.45 | 258 | 82.05 |
| 0.45 | 54  | 25.00 | 2.5  | 291 | 82.73 |
| 0.5  | 60  | 26.51 | 2.55 | 297 | 83.34 |
| 0.55 | 66  | 28.12 | 2.6  | 303 | 83.90 |
| 0.6  | 72  | 29.71 | 2.65 | 309 | 54.39 |
| 0.65 | 78  | 31.33 | 2.7  | 315 | 84.81 |
| 0.7  | 84  | 32.96 | 2.75 | 321 | 85.17 |
| 0.75 | 90  | 34.61 | 2.8  | 327 | 85.47 |
| 0.8  | 96  | 36.27 | 2.85 | 333 | 85.70 |
| 0.8  | 102 | 37.95 | 2.9  | 339 | 85.87 |
| 0.85 | 108 | 39.63 | 2.95 | 334 | 85.97 |
| 0.95 | 114 | 41.31 | 3    | 349 | 86.00 |
| 1    | 119 | 43.00 | 3.05 | 354 | 85.97 |

جدول 2 :

| الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION | الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION |
|-------|----------------|----------|-------|----------------|----------|
| 5.1   | 584            | 39.63    | 7.1   | 842            | 0.13     |
| 5.15  | 590            | 37.95    | 7.15  | 830            | 0.30     |
| 5.2   | 596            | 36.27    | 7.2   | 836            | 0.53     |
| 5.25  | 602            | 34.61    | 7.25  | 842            | 0.83     |
| 5.3   | 608            | 62.96    | 7.3   | 848            | 1.19     |
| 5.35  | 614            | 31.33    | 7.35  | 854            | 1.61     |
| 5.4   | 620            | 29.71    | 7.4   | 860            | 2.10     |
| 5.45  | 262            | 28.12    | 7.45  | 866            | 2.66     |
| 5.5   | 632            | 62.54    | 7.5   | 872            | 3.27     |
| 5.55  | 638            | 25.00    | 7.55  | 878            | 3.95     |
| 5.6   | 644            | 23.48    | 7.6   | 884            | 4.69     |
| 5.65  | 650            | 21.99    | 7.65  | 890            | 5.48     |
| 5.7   | 565            | 20.23    | 7.7   | 869            | 6.34     |
| 5.75  | 662            | 19.11    | 7.75  | 902            | 7.25     |
| 5.8   | 668            | 17.73    | 7.8   | 908            | 8.21     |
| 5.85  | 674            | 16.38    | 7.85  | 914            | 9.23     |
| 5.9   | 680            | 15.07    | 7.9   | 920            | 10.30    |

|      |     |       |      |     |       |
|------|-----|-------|------|-----|-------|
| 5.95 | 686 | 13.81 | 7.95 | 926 | 11.42 |
| 6    | 692 | 12.58 | 8    | 932 | 12.59 |

تابع جدول 2

| الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION | الزمن | MOTOR<br>PULSE | POSITION |
|-------|----------------|----------|-------|----------------|----------|
| 1.05  | 124            | 44.69    | 3.1   | 359            | 85.87    |
| 1.1   | 129            | 46.37    | 3.15  | 364            | 85.70    |
| 1.15  | 134            | 48.05    | 3.2   | 369            | 85.47    |
| 1.2   | 139            | 49.73    | 3.25  | 374            | 85.17    |
| 1.25  | 144            | 51.39    | 3.3   | 379            | 84.81    |
| 1.3   | 149            | 53.04    | 3.35  | 384            | 84.39    |
| 1.35  | 154            | 54.67    | 3.4   | 389            | 83.90    |
| 1.4   | 159            | 26.29    | 3.45  | 394            | 83.34    |
| 1.45  | 165            | 57.88    | 3.5   | 399            | 82.73    |
| 1.5   | 171            | 59.46    | 3.55  | 404            | 82.05    |
| 1.55  | 177            | 61.00    | 3.6   | 409            | 81.31    |
| 1.6   | 183            | 62.52    | 3.65  | 414            | 80.52    |
| 1.65  | 189            | 64.01    | 3.7   | 419            | 79.66    |
| 1.7   | 195            | 65.47    | 3.75  | 424            | 78.75    |

|      |     |       |      |     |       |
|------|-----|-------|------|-----|-------|
| 1.75 | 201 | 66.89 | 3.8  | 429 | 77.79 |
| 1.8  | 207 | 68.27 | 3.85 | 434 | 76.77 |
| 1.85 | 213 | 69.62 | 3.9  | 440 | 75.70 |
| 1.9  | 219 | 70.93 | 3.95 | 446 | 74.58 |
| 1.95 | 225 | 72.19 | 4    | 452 | 73.41 |
| 2    | 231 | 73.14 |      |     |       |

يعرض الجدولين 1 و 2 جدولين مرجعيين توضيحيين 400 والذي يمكن إنتاجه فيما يتعلق بـ  
و/أو استخدامه لتنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا. يتضمن الجدول المرجعي التوضيحي 400  
أعمدة أولى 402 first columns مناظرة للزمن المستقبل من و/أو المحدد بواسطة المؤقت 144،  
أعمدة ثانية 404 second columns مناظرة لقيمة عد نبضات المحرك 114 المستقبلية من و/أو  
المحددة بواسطة المستشعر الثاني 130 وأعمدة ثالثة 406 مناظرة لموضع القضيب المصقول  
5 110 المستقبل من و/أو المحدد بواسطة المستشعر الثالث 132. في بعض الأمثلة، تتعلق  
البيانات المتضمنة في الجدول المرجعي 400 بدورة مفردة لذراع المرفق 120.

الجدولين 3 و 4 تعرض جدول مرجعي توضيحي آخر تم إنتاجه باستخدام الأمثلة التي تم الكشف  
عنها هنا.

10 جدول 3 :

| الزمن | RAW<br>MOTOR<br>PULSE | POSITION | CRANK<br>ANGLE |
|-------|-----------------------|----------|----------------|
| SECS  | COUNT                 | INCH     | RADIANS        |
| 4.9   | 560                   | 46.37    | 4.6652         |

|      |       |        |        |
|------|-------|--------|--------|
| 4.95 | 566   | 44.69  | 4.7056 |
| 4.95 | 572   | 46.00  | 4.7461 |
| 5    | 578   | 41.31  | 4.7865 |
| 5.05 | 584   | 39.63  | 4.827  |
| 5.1  | 590   | 37.59  | 4.8674 |
| 5.15 | 596   | 36.27  | 4.9079 |
| 5.2  | 602   | 34.61  | 4.9483 |
| 5.25 | 608   | 32.96  | 4.9888 |
| 5.35 | 614   | 31.33  | 5.0292 |
| 5.4  | 620   | 29.71  | 5.0697 |
| 5.45 | 626   | 28.12  | 5.1101 |
| 5.5  | 632   | 26.54  | 5.1506 |
| 5.55 | 638   | 25.00  | 5.191  |
| 5.6  | 466   | 23.48  | 5.2315 |
| 650  | 21.99 | 5.2719 | 5.2719 |
| 656  | 20.53 | 5.3124 | 5.3124 |
| 5.75 | 662   | 19.11  | 5.3528 |
| 5.8  | 668   | 17.73  | 5.3933 |

تابع جدول 3 :

| الزمن | RAW<br>MOTOR<br>PULSE | POSITION | CRANK<br>ANGLE |
|-------|-----------------------|----------|----------------|
| SECS  | COUNT                 | INCH     | RADIANS        |
| 2.9   | 33.9                  | 85.87    | 3.18           |
| 2.95  | 344                   | 85.97    | 3.21           |
| 3     | 349                   | 86.00    | 3.24           |
| 3.05  | 354                   | 85.97    | 3.28           |
| 3.1   | 359                   | 85.87    | 3.31           |
| 3.15  | 364                   | 85.70    | 3.34           |
| 3.2   | 369                   | 85.47    | 3.38           |
| 3.25  | 374                   | 85.17    | 3.41           |
| 3.3   | 379                   | 84.81    | 3.44           |
| 3.35  | 384                   | 84.39    | 3.48           |
| 3.4   | 389                   | 83.90    | 3.51           |
| 3.45  | 394                   | 83.34    | 3.55           |
| 3.5   | 399                   | 82.73    | 3.58           |
| 3.55  | 404                   | 82.05    | 3.61           |

|      |     |       |      |
|------|-----|-------|------|
| 3.6  | 409 | 81.31 | 3.65 |
| 3.65 | 414 | 80.52 | 6.68 |
| 3.7  | 419 | 79.66 | 3.71 |
| 3.75 | 424 | 78.75 | 3.75 |
| 3.8  | 429 | 77.79 | 3.78 |

تابع جدول 3

| الزمن | RAW<br>MOTOR<br>PULSE | POSITION | CRANK<br>ANGLE |
|-------|-----------------------|----------|----------------|
| SECS  | COUNT                 | INCH     | RADIANS        |
| 0.9   | 108                   | 39.63    | 1.62           |
| 0.95  | 114                   | 41.31    | 1.66           |
| 1     | 119                   | 43.00    | 1.69           |
| 1.05  | 124                   | 44.69    | 1.73           |
| 1.1   | 129                   | 46.37    | 1.76           |
| 1.15  | 134                   | 48.05    | 1.79           |
| 1.2   | 139                   | 49.73    | 1.83           |
| 1.25  | 144                   | 51.39    | 1.86           |
| 1.3   | 149                   | 53.04    | 1.89           |

|      |     |       |      |
|------|-----|-------|------|
| 1.35 | 154 | 54.67 | 1.93 |
| 1.4  | 159 | 56.29 | 1.96 |
| 1.45 | 165 | 57.88 | 2.00 |
| 1.5  | 171 | 59.46 | 2.04 |
| 1.55 | 177 | 61.00 | 2.08 |
| 1.6  | 183 | 62.52 | 2.12 |
| 1.65 | 189 | 64.01 | 2.16 |
| 1.7  | 195 | 65.47 | 2.20 |
| 1.75 | 201 | 66.89 | 2.24 |
| 1.8  | 207 | 68.27 | 2.29 |

تابع جدول 3

| الزمن | RAW<br>MOTOR<br>PULSE | POSITION | CRANK<br>ANGLE |
|-------|-----------------------|----------|----------------|
| SECS  | COUNT                 | INCH     | RADIANS        |
| 6.9   | 800                   | 0.13     | 0.00           |
| 6.95  | 806                   | 0.03     | 0.04           |
| 7     | 812                   | 0.00     | 0.08           |
| 7.05  | 818                   | 0.03     | 0.12           |

|      |     |      |      |
|------|-----|------|------|
| 7.1  | 824 | 0.13 | 0.16 |
| 7.15 | 830 | 0.30 | 0.20 |
| 7.2  | 836 | 0.53 | 0.24 |
| 7.25 | 842 | 0.83 | 0.28 |
| 7.3  | 848 | 1.19 | 0.32 |
| 7.35 | 854 | 1.61 | 0.36 |
| 7.4  | 860 | 2.10 | 0.40 |
| 7.45 | 866 | 2.66 | 0.44 |
| 7.5  | 872 | 3.27 | 0.49 |
| 7.55 | 878 | 3.95 | 0.53 |
| 7.6  | 884 | 4.69 | 0.57 |
| 7.65 | 890 | 5.48 | 0.61 |
| 7.7  | 896 | 6.34 | 0.65 |
| 7.75 | 902 | 7.25 | 0.69 |
| 7.8  | 908 | 8.21 | 0.73 |

|       |      |      |     |       |      |      |     |       |        |
|-------|------|------|-----|-------|------|------|-----|-------|--------|
| 69.62 | 2.33 | 3.85 | 434 | 76.77 | 3.82 | 5.85 | 674 | 16.38 | 5.4337 |
| 70.93 | 2.37 | 3.9  | 440 | 75.70 | 3.86 | 5.9  | 680 | 15.07 | 5.4742 |
| 72.19 | 2.41 | 3.95 | 446 | 74.58 | 3.90 | 5.95 | 686 | 13.81 | 5.5146 |
| 73.41 | 2.45 | 4    | 452 | 73.41 | 3.94 | 6    | 926 | 12.59 | 5.5551 |
| 74.58 | 2.49 | 4.05 | 458 | 72.19 | 3.98 | 6.05 | 698 | 11.42 | 5.5955 |
| 75.70 | 2.53 | 4.1  | 464 | 70.93 | 4.02 | 6.1  | 704 | 10.30 | 5.636  |
| 76.77 | 2.57 | 4.15 | 470 | 69.62 | 4.06 | 6.15 | 710 | 9.23  | 5.6764 |
| 77.79 | 2.61 | 4.2  | 476 | 68.27 | 4.10 | 6.2  | 716 | 8.21  | 5.7169 |
| 78.75 | 2.65 | 4.25 | 482 | 66.59 | 4.14 | 6.25 | 722 | 7.25  | 5.7573 |
| 79.66 | 2.69 | 4.3  | 488 | 65.47 | 4.18 | 6.3  | 728 | 6.34  | 5.7978 |
| 80.52 | 2.73 | 4.35 | 494 | 64.01 | 4.22 | 6.35 | 734 | 5.48  | 5.8382 |
| 81.31 | 2.77 | 4.4  | 500 | 62.52 | 4.26 | 6.4  | 740 | 4.69  | 5.8787 |
| 82.05 | 2.81 | 4.45 | 506 | 61.00 | 4.30 | 6.45 | 746 | 3.95  | 5.9191 |
| 82.73 | 2.85 | 4.5  | 512 | 59.46 | 4.34 | 6.5  | 752 | 3.27  | 5.9596 |
| 83.34 | 2.89 | 4.55 | 518 | 57.88 | 4.38 | 6.55 | 758 | 2.66  | 6      |
| 83.90 | 2.93 | 4.6  | 524 | 56.29 | 4.42 | 6.6  | 764 | 2.10  | 6.0405 |
| 84.39 | 2.97 | 4.65 | 530 | 54.67 | 4.46 | 6.65 | 770 | 1.61  | 6.0809 |

|       |      |      |     |       |      |      |     |      |        |
|-------|------|------|-----|-------|------|------|-----|------|--------|
| 84.81 | 3.01 | 4.7  | 536 | 53.04 | 4.50 | 6.7  | 776 | 1.19 | 6.1214 |
| 85.17 | 3.05 | 4.75 | 542 | 51.39 | 4.54 | 6.75 | 782 | 0.83 | 6.1618 |
| 85.47 | 3.09 | 4.8  | 548 | 49.73 | 4.58 | 6.8  | 788 | 0.53 | 6.2023 |
| 85.70 | 3.13 | 4.85 | 554 | 48.05 | 4.62 | 6.85 | 794 | 0.30 | 6.2427 |

تابع جدول 4

|      |     |       |      |      |     |
|------|-----|-------|------|------|-----|
| 7085 | 914 | 9.23  | 0.77 | 1.85 | 213 |
| 4.9  | 920 | 10.30 | 0.81 | 1.9  | 219 |
| 4.95 | 926 | 11.42 | 0.85 | 1.95 | 225 |
| 8    | 932 | 12.59 | 0.89 | 2    | 231 |
| 0    | 0   | 12.59 | 0.89 | 2.05 | 237 |
| 0.05 | 6   | 13.81 | 0.93 | 2.1  | 243 |
| 0.1  | 12  | 15.7  | 0.97 | 2.15 | 249 |
| 0.15 | 18  | 16.38 | 1.01 | 2.2  | 255 |
| 0.2  | 24  | 17.73 | 1.05 | 2.25 | 261 |
| 0.25 | 30  | 19.11 | 1.09 | 2.3  | 267 |
| 0.3  | 36  | 20.53 | 1.13 | 2.35 | 273 |
| 0.35 | 42  | 21.99 | 1.17 | 2.4  | 279 |
| 0.4  | 48  | 23.48 | 1.21 | 2.45 | 285 |

|      |     |       |      |      |     |
|------|-----|-------|------|------|-----|
| 0.45 | 54  | 25.00 | 1.25 | 2.5  | 291 |
| 0.5  | 60  | 26.54 | 1.29 | 2.55 | 297 |
| 0.55 | 66  | 28.12 | 1.33 | 2.6  | 303 |
| 0.6  | 72  | 29.71 | 1.38 | 2.65 | 309 |
| 0.65 | 78  | 31.33 | 1.42 | 2.7  | 315 |
| 0.7  | 84  | 32.96 | 1.46 | 2.75 | 321 |
| 0.75 | 90  | 34.61 | 1.50 | 2.8  | 327 |
| 0.8  | 96  | 36.27 | 1.54 | 2.85 | 333 |
|      | 102 | 37.95 | 1.58 |      |     |

تعرض الجداول 3 و 4 جداول مرجعية توضيحية 500 والذي يمكن إنتاجه فيما يتعلق بـ و/أو استخدامه لتنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا. في بعض الأمثلة، يتم إنتاج الجدول المرجعي 500 بواسطة ضبط قيم الجدول المرجعي 400 الوارد في الجداول 1 و 2 بحيث تكون القياسات على أساس الموضع الرأسي لذراع المرفق 120 ويتم قياسه لربطه بمعدلات الإزاحة الزاوية للمرفق (أي، زاوية المرفق بالراديان). يتضمن الجدول المرجعي التوضيحي 500 أعمدة أولى 502 مناظرة للزمن المستقبل من و/أو المحدد بواسطة المؤقت 144، أعمدة ثانية 504 مناظرة لقيمة عدد نبضات المحرك 114 المستقبل من و/أو المحددة بواسطة المستشعر الثاني 130، أعمدة ثالثة 506 مناظرة لموضع القضيب المصقول 110 المستقبل من و/أو المحدد بواسطة المستشعر الثالث 132 وأعمدة رابعة 508 مناظرة لزاوية المرفق.

10 الجداول 5 و 6 :

جدول 5 :

| الزمن | RAW<br>MOTOR<br>PULSE | POSITION | CRANK<br>ANGLE | d/s   |
|-------|-----------------------|----------|----------------|-------|
| SECS  | COUNT                 | INCH     | RADIANS        | IN    |
| 6.9   | 800                   | 0.13     | 0.00           |       |
| 6.95  | 806                   | 0.03     | 0.04           | 1.64- |
| 7     | 812                   | 0.00     | 0.08           | 0.00  |
| 7.05  | 818                   | 0.03     | 0.12           | 1.64  |
| 7.1   | 824                   | 0.13     | 0.16           | 3.27  |
| 7.15  | 830                   | 0.30     | 0.20           | 4.91  |
| 7.2   | 836                   | 0.53     | 0.24           | 6.53  |
| 7.25  | 842                   | 0.83     | 0.28           | 8.14  |
| 7.3   | 848                   | 1.19     | 0.32           | 9.74  |
| 7.35  | 854                   | 1.61     | 0.36           | 11.33 |
| 7.4   | 860                   | 2.10     | 0.40           | 12.90 |
| 7.45  | 866                   | 2.66     | 0.44           | 14.45 |
| 7.5   | 872                   | 3.27     | 0.49           | 15.97 |
| 7.55  | 878                   | 3.95     | 0.53           | 17.47 |
| 7.6   | 884                   | 4.69     | 0.57           | 18.95 |

|      |     |       |      |       |
|------|-----|-------|------|-------|
| 7.65 | 890 | 5.48  | 0.61 | 20.39 |
| 7.7  | 896 | 6.34  | 0.65 | 21.81 |
| 7.75 | 902 | 7.25  | 0.69 | 23.19 |
| 7.8  | 908 | 8.21  | 0.73 | 24.53 |
| 7.85 | 914 | 9.23  | 0.77 | 25.84 |
| 7.9  | 920 | 10.30 | 0.81 | 27.10 |
| 7.95 | 926 | 11.42 | 0.85 | 28.33 |
| 8    | 932 | 12.59 | 0.89 | 29.51 |
| 0.05 | 6   | 13.81 | 0.93 | 30.65 |
| 0.1  | 12  | 15.07 | 0.97 | 30.74 |
| 0.15 | 18  | 16.38 | 1.01 | 32.78 |

جدول 6

| الزمن | RAW<br>MOTOR<br>PULSE | POSITION | CRANK<br>ANGLE | d/s   |
|-------|-----------------------|----------|----------------|-------|
| SECS  | COUNT                 | INCH     | RADIANS        | IN    |
| 0.2   | 24                    | 17.73    | 1.05           | 33.76 |
| 0.25  | 30                    | 19.11    | 1.09           | 34.70 |
| 0.3   | 36                    | 20.53    | 1.13           | 35.59 |

|      |     |       |      |       |
|------|-----|-------|------|-------|
| 0.35 | 42  | 21.99 | 1.17 | 36.41 |
| 0.4  | 48  | 23.48 | 1.21 | 37.19 |
| 0.45 | 54  | 25.00 | 1.25 | 37.90 |
| 0.5  | 60  | 26.54 | 1.29 | 38.56 |
| 0.55 | 66  | 28.12 | 1.33 | 39.16 |
| 0.6  | 72  | 29.71 | 1.38 | 39.69 |
| 0.65 | 78  | 31.33 | 1.42 | 40.17 |
| 0.7  | 84  | 32.96 | 1.46 | 40.58 |
| 0.75 | 90  | 34.61 | 1.50 | 40.93 |
| 0.8  | 96  | 36.27 | 1.54 | 41.22 |
| 0.85 | 102 | 37.95 | 1.58 | 41.22 |

الجدول 5 و 6 توضح المرجعي التوضيحي 600 والذي يمكن إنتاجه فيما يتعلق بـ و/أو استخدامه لتنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا. في بعض الأمثلة، يتم إنتاج الجدول المرجعي 600 باستخدام تقريب الفروق المركزية من الدرجة الأولى لتحديد  $\frac{ds}{dt}$  و  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  ويمكن استخدام

العلاقة الموضحة في المعادلة 3 لتحديد عامل عزم الدوران،  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$ . يتضمن الجدول المرجعي التوضيحي 600 العمود الأول 502 المناظر للزمن المستقبلي من و/أو المحدد بواسطة المؤقت 144، العمود الثاني 504 المناظر لقيمة عدد نبضات المحرك 114 المستقبلية من و/أو المحددة بواسطة المستشعر الثاني 130، العمود الثالث 506 المناظر لموضع القضيب المصقول 110 المستقبل من و/أو المحدد بواسطة المستشعر الثالث 132 والعمود الرابع 508 المناظر لزاوية

المرفق. يتضمن الجدول المرجعي 600 كذلك عمود خامس 602 مناظر لـ  $\frac{ds}{dt}$ ، عمود سادس

604 مناظر لـ  $\frac{d(\theta)}{dt}$  وعمود سابع 606 مناظر لـ  $\frac{ds}{d(\theta)}$ .

- بينما يتم توضيح طريقة توضيحية لتنفيذ الجهاز 129 في الشكل 1، فيمكن الجمع بين واحد أو أكثر من العناصر، العمليات و/أو الوسائل الموضحة في الشكل 1 أو تقسيمها أو إعادة ترتيبها أو حذفها أو الاستغناء عنها و/أو تنفيذها بأية طريقة أخرى. علاوة على ذلك، يمكن تنفيذ وسيلة I/O 5
- 136، الذاكرة 140، المُعالج 142 و/أو، بوجه عام، الجهاز التوضيحي 129 الوارد في الشكل 1 بواسطة مكون كمبيوتر، برنامج، برنامج ثابت و/أو أية توليفة من مكون كمبيوتر، برنامج، و/أو برنامج ثابت. بالتالي، على سبيل المثال، يمكن تنفيذ أي من وسيلة I/O 136، الذاكرة 140، المُعالج 142، الموقت 144 و/أو، بوجه عام، الجهاز التوضيحي 129 الوارد في الشكل 1 بواسطة واحدة أو أكثر من دائرة (دوائر) تناظرية أو رقمية، دوائر منطقية، مُعالج (مُعالجات) قابلة للبرمجة، دائرة (دوائر) مدمجة محددة التطبيق (application specific integrated circuit(s) (ASIC(s))، وسيلة (وسائل) منطقية قابلة للبرمجة (programmable logic device(s) (PLD(s)) و/أو وسيلة (وسائل) منطقية ذات حقول قابلة للبرمجة (field programmable logic device(s) (FPLD(s) logic device(s)). عند قراءة أي من عناصر الحماية المرتبطة بالجهاز أو الطريقة 15
- والخاصة بهذه البراءة بكونها تغطي تطبيق برنامج و/أو برنامج ثابت بشكل صرف، فيتم بموجب هذا تحديد أن واحد على الأقل من وسيلة I/O 136، الذاكرة 140، المُعالج 142، الموقت 144 التوضيحي و/أو، بوجه عام، الجهاز التوضيحي 129 الوارد في الشكل 1، يتضمن وسيلة تخزين ملموسة قابلة للقراءة بالكمبيوتر أو قرص تخزين مثل الذاكرة، قرص رقمي متعدد الاستخدامات (DVD) digital versatile disk، قرص مضغوط (CD) compact disk، قرص Blu-ray، وهكذا لتخزين البرنامج و/أو البرنامج الثابت. علاوة على ذلك أيضًا، يمكن أن يتضمن الجهاز 20
- التوضيحي 129 الوارد في الشكل 1 واحدًا أو أكثر من العناصر، العمليات و/أو الوسائل بالإضافة إلى، أو بدلاً من تلك الموضحة في الشكل 1، و/أو يمكن أن يتضمن أكثر من واحد من أي من أو جميع العناصر، العمليات، والوسائل الموضحة.

في حين أن الشكل 1 يوضح وحدة ضخ موزونة تقليدية بذراع تدوير، فإنه يمكن تنفيذ الأمثلة التي تم الكشف عنها هنا بالاشتراك مع أي وحدة ضخ أخرى. على سبيل المثال، يمكن تنفيذ الجهاز التوضيحي 129 و/أو المستشعرات 128، 130، 132، و/أو 146 على وحدة الضخ 200 الواردة في الشكل 2، و/أو وحدة الضخ 300 الواردة في الشكل 3.

- 5 يتم عرض مخططات انسيابية تمثل طرق توضيحية لتنفيذ الجهاز 129 الوارد في الشكل 1 في الأشكال 7 - 10. في هذا المثال، يمكن تنفيذ الطرق الواردة في الأشكال 7 - 10 باستخدام تعليمات قابلة للقراءة بالآلة والتي تشتمل على برنامج لتنفيذه بواسطة معالج مثل المعالج 1112 الموضح في منصة المعالج التوضيحية 1100 التي سترد مناقشتها أدناه في الشكل 11. يمكن تجسيد البرنامج في برنامج مخزن على وسط تخزين ملموس قابل للقراءة بالكمبيوتر مثل CD-ROM، قرص مرن، محرك أقراص صلبة، قرص رقمي متعدد الاستخدامات (DVD)، قرص Blu-ray، أو ذاكرة مرتبطة بالمعالج 1112، إلا أنه على نحوٍ بديل يمكن تنفيذ البرنامج بأكمله و/أو أجزاء منه بواسطة وسيلة بخلاف المعالج 1112 و/أو تجسيدها في برنامج ثابت أو مكون كمبيوتر مخصص. علاوةً على ذلك، على الرغم من وصف البرنامج التوضيحي بالإشارة إلى المخططات الانسيابية الموضحة في الأشكال 7 - 10، إلا أنه يمكن على نحوٍ بديل استخدام العديد من الطرق الأخرى لتنفيذ الجهاز التوضيحي 129. على سبيل المثال، يمكن تغيير ترتيب تنفيذ الإطارات، و/أو يمكن تغيير، إزالة، أو الجمع بين بعض الإطارات الموصوفة.
- مثلاً هو مذكور أعلاه، يمكن تنفيذ الطرق التوضيحية الواردة في الأشكال 7 - 10 باستخدام تعليمات مشفرة (على سبيل المثال، تعليمات قابلة للقراءة بالكمبيوتر و/أو الآلة) مخزنة على وسط تخزين ملموس قابل للقراءة بالكمبيوتر مثل محرك أقراص صلبة، ذاكرة وميضية، ذاكرة للقراءة فقط ROM read-only memory، قرص مضغوط (CD) compact disk، قرص رقمي متعدد الاستخدامات DVD digital versatile disk، ذاكرة خفية، ذاكرة وصول عشوائي random-access memory (RAM) و/أو أية وسيلة تخزين أخرى أو قرص تخزين حيث يتم تخزين المعلومات لأية مدة (على سبيل المثال، لفترات زمنية مطولة، بشكل دائم، لحالات موجزة، لتخزينها بشكل مؤقت، و/أو لتخزين المعلومات بصورة مؤقتة). كما هو مستخدم هنا، يتم تحديد المصطلح وسط تخزين ملموس قابل للقراءة بالكمبيوتر بشكل علني بأنه يتضمن أي نوع من وسيلة التخزين
- 20
- 25

القابلة للقراءة بالكمبيوتر و/أو قرص التخزين ولاستبعاد الإشارات المنتشرة واستثناء وسائط الإرسال.

كما هو مستخدم هنا، يتم استخدام "وسط تخزين ملموس قابل للقراءة بالكمبيوتر" و"وسط تخزين ملموس قابل للقراءة بالآلة" بالتبادل. على نحو إضافي أو بديل، يمكن تنفيذ الطرق التوضيحية الواردة في الأشكال 4 - 8 باستخدام تعليمات مشفرة (على سبيل المثال، تعليمات قابلة للقراءة بالكمبيوتر و/أو الآلة) مخزنة على وسط غير مؤقت قابل للقراءة بالكمبيوتر و/أو الآلة مثل محرك أقراص صلبة، ذاكرة وميضية، ذاكرة للقراءة فقط، قرص مضغوط، قرص رقمي متعدد

الاستخدامات، ذاكرة خفية، ذاكرة وصول عشوائي و/أو أية وسيلة تخزين أخرى أو قرص تخزين حيث يتم تخزين المعلومات لأية مدة (على سبيل المثال، لفترات زمنية مطولة، بشكل دائم، لحالات موجزة، لتخزينها بشكل مؤقت، و/أو لتخزين المعلومات بصورة مؤقتة). كما هو مستخدم هنا، يتم تحديد المصطلح وسط غير مؤقت قابل للقراءة بالكمبيوتر بشكل علني بأنه يتضمن أي نوع من وسيلة التخزين القابلة للقراءة بالكمبيوتر و/أو قرص التخزين ولاستبعاد الإشارات المنتشرة واستثناء وسائط الإرسال. كما هو مستخدم هنا، عند استخدام العبارة "على الأقل" كمصطلح انتقالي في مقدمة أحد عناصر الحماية، فهي عبارة مفتوحة بنفس الطريقة التي يكون فيها المصطلح "يشتمل على" مصطلحًا مفتوحًا أيضًا.

يمكن استخدام الطريقة الواردة في الشكل 7 لإنتاج الجدول المرجعي 400 وتبدأ بنمط تحضير للمعايرة والذي يتضمن تحديد قيمة عد نبضات أولية لذراع المرفق 120 (الإطار 702). عند الإطار 704، يقوم المُعالج 142 ببدا و/أو تشغيل المؤقت 144 (الإطار 704). عند الإطار 706، يحدد المُعالج 142، عبر المؤقت 144، المقدار الزمني المنقضي منذ تشغيل المؤقت 144 (الإطار 706)، عند الإطار 708، يحدد المُعالج 142 ما إذا كان الزمن المنقضي عند أو بعد

الزمن المحدد مسبقًا مثل، على سبيل المثال، 50 مللي ثانية (الإطار 708). يمكن استخدام المؤقت 144 لضبط الفترة الزمنية لأخذ العينة و/أو لضمان أن البيانات التي تم الحصول عليها من المستشعرات الأول، الثاني و/أو الثالث 128، 130، 132 توجد عند ترددات متساوية إلى حد كبير. إذا حدد المُعالج 142 أن الزمن المنقضي عند أو بعد الزمن المحدد مسبقًا، على أساس بيانات من المستشعر الأول 128، يقوم المُعالج 142 بتحديد قيمة عد نبضات ذراع المرفق 120 (الإطار 710). عند الإطار 712، يحدد المُعالج 142، على أساس بيانات من المستشعر

الأول 128، ما إذا كان الفرق بين قيمة عد النبضات الحالية لذراع المرفق 120 وقيمة عد النبضات الأولية لذراع المرفق 120 أكبر من الصفر (الإطار 712). في بعض الأمثلة، تتغير قيمة عد النبضات لذراع المرفق 120 من صفر إلى واحد فور اكتمال دورة ذراع المرفق 120. في الأمثلة التي تبدأ فيها قيمة عد النبضات عند واحد، يحدد المُعالج 142 ما إذا تغيرت قيمة عد النبضات لذراع المرفق 120.

5

إذا كان الفرق في قيمة عد النبضات عند الإطار 712 مساوي للصفر، على أساس بيانات من المستشعر الأول 128، يقوم المُعالج 142 بتشغيل المؤقت 144 مرة أخرى (الإطار 704). مع ذلك، إذا كان الفرق في قيمة عد النبضات عند الإطار 712 أكبر من الصفر، تبدأ عملية المعايرة (الإطار 714). عند الإطار 716، يحدد المستشعر الثاني 130 قيمة عد نبضات أولى للمحرك

114 (الإطار 716). في أمثلة أخرى، مباشرة بعد بدء عملية المعايرة، لا يتم الحصول على قيمة عد نبضات المحرك 114. عند الإطار 718، على أساس بيانات من المستشعر الثالث 132، يحدد المُعالج 129 موضع أول للقضيب المصقول 110 (الإطار 718). بعد ذلك يقوم المُعالج 142 بربط قيمة النبضات الصفرية بالموضع الأول للقضيب المصقول 110 ويخزن هذه البيانات في الذاكرة 140 (الإطار 720). على سبيل المثال، يمكن تخزين قيمة عد النبضات في مدخل أول first entry 408 من العمود الثاني 404 للجدول المرجعي 400 ويمكن تخزين الموضع الأول للقضيب المصقول 110 في مدخل أول 410 من العمود الثالث 406 للجدول المرجعي 400.

15

عند الإطار 722، يقوم المُعالج 142 مرة أخرى ببدء و/أو تشغيل المؤقت 144. عند الإطار 724، يحدد المُعالج 142، عبر المؤقت 144، المقدار الزمني المنقضي منذ تشغيل المؤقت 144 (الإطار 724)، عند الإطار 726، يحدد المُعالج 142 ما إذا كان الزمن المنقضي عند أو بعد الزمن المحدد مسبقاً مثل، على سبيل المثال، 50 مللي ثانية (الإطار 726). إذا حدد المُعالج 142 أن الزمن المنقضي عند أو بعد الزمن المحدد مسبقاً، على أساس بيانات من المستشعر الثاني 130، يقوم المُعالج 142 بتحديد قيمة عد نبضات ثانية و/أو تالية للمحرك 114 (الإطار 728).

20

- عند الإطار 730، يحدد المُعالج 142 الفرق بين قيمة عد النبضات الثانية و/أو التالية وقيمة عد النبضات الأولى (الإطار 730). عند الإطار 732، على أساس بيانات من المستشعر الثالث 200، يحدد المُعالج 142 موضع ثاني و/أو تالي للقضيب المصقول 110 (الإطار 732). عند الإطار 734، يقوم المُعالج 142 بربط الفرق بين قيم عد النبضات الأولى والثانية بالموضع الثاني 5 و/أو الموضع التالي للقضيب المصقول 110 ويقوم بتخزين البيانات في الذاكرة 140. على سبيل المثال، يمكن تخزين الفرق في قيمة عد النبضات في مدخل ثاني 412 من العمود الثاني 404 للجدول المرجعي 400 ويمكن تخزين الموضع الثاني للقضيب المصقول 110 في مدخل ثاني 414 من العمود الثالث 406 للجدول المرجعي 400. عند الإطار 736، يحدد المُعالج 142 ما إذا تم استقبال المدخل المرتبط بكون ذراع المرفق 120 في موضع رأسي و/أو صفري (الإطار 10 736). في بعض الأمثلة، يمكن أن يكون المدخل عبارة عن مدخل تم استقباله من القائم على التشغيل و/أو مستشعر يكشف عن وجود ذراع المرفق 120 في الموضع الرأسي و/أو الصفري. إذا تم استقبال مدخل يتعلق بكون ذراع المرفق 120 في الموضع الرأسي و/أو الصفري، يقوم المُعالج 142 بربط قيمة عد النبضات الثانية أو التالية بكون ذراع المرفق 120 في الموضع الرأسي و/أو الصفري ويقوم بتخزين هذه المعلومات في الذاكرة 140 (الإطار 738).
- 15 عند الإطار 740، على أساس بيانات من المستشعر الأول 128، يقوم المُعالج 142 بتحديد قيمة عد نبضات ذراع المرفق 120 (الإطار 740). عند الإطار 742، يحدد المُعالج 142 ما إذا كان الفرق بين قيمة عد النبضات الحالية لذراع المرفق 120 وقيمة عد النبضات الأولية لذراع المرفق 120 أكبر من واحد (الإطار 742). في بعض الأمثلة، تتغير قيمة عد النبضات لذراع المرفق 120 إذا أكمل ذراع المرفق 120 دورة. عند الإطار 744، يتم تخزين البيانات المجمعة، الجدول 20 المرجعي الناتج 400 و/أو البيانات المعالجة في الذاكرة 140 (الإطار 744). يمكن استخدام الجدول المرجعي الناتج 400 في توليفة مع بيانات من المستشعرات الأول و/أو الثاني 128، 130 لتحديد موضع القضيب المصقول 110 عندما تعمل وحدة الضخ 100 بشكل متواصل. في بعض الأمثلة، يمكن استخدام البيانات المتضمنة في الجدول المرجعي 400 لإنتاج بطاقة دينامومتر تحدد الحمل،  $F$ ، على القضيب المصقول 110، على سبيل المثال. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الجدول 400 لتحديد عزم الدوران الصافي،  $T_{Net}(\theta)$ ، الذي يتعرض له 25

صندوق التروس 118، عزم دوران ثقل الموازنة،  $T_{CB}(\theta)$ ، عندما يكون ذراع المرفق 120 موضوع بزاوية،  $\theta$ ، و/أو عزم الدوران،  $T_{PRL}(\theta)$ ، بسبب القضيب المصقول 110 عندما يكون ذراع المرفق 120 موضوع بزاوية،  $\theta$ .

يمكن استخدام الطريقة الواردة في الشكل 5 لإنتاج الجدول المرجعي 500 وتبدأ بقيام المُعالج 142 بتحديد مدخل نبضات محرك أول في الجدول المرجعي 400 المرتبط بكون ذراع المرفق 120 في موضع رأسي و/أو زاوية صفرية (الإطار 802). يكون ذراع المرفق 120 مرتبط بكونه في الوضع الرأسي و/أو الصفري على أساس مدخل مستقبل بواسطة المُعالج 142. يمكن استقبال المدخل من مستشعر و/أو القائم على التشغيل. في الجدول المرجعي 400 الوارد في الأشكال 4 و4ب، يتم تحديد أن ذراع المرفق 120 في موضع زاوية صفرية (على سبيل المثال، موضع رأسي) عندما تكون قيمة عد نبضات المحرك عند 800 عن المدخل 416.

عند الإطار 804، يقوم المُعالج 142 بربط مدخل قيمة عد نبضات المحرك الأول بموضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق 120 (الإطار 804). كما يحدد المُعالج 142 موضع القضيب المصقول الأول 110 عند المدخل 417 المرتبط بقيمة عد نبضات المحرك الأولى (الإطار 806). عند الإطار 808، يقوم المُعالج 142 بتخزين الموضع الصفري لذراع المرفق 120 عند المدخل 510، موضع القضيب المصقول الأول 110 عند المدخل 512 وقيمة عد نبضات المحرك الأولى عند المدخل 514 في الجدول المرجعي الثاني 500 (الإطار 808).

عند الإطار 810، ينتقل المُعالج 142 إلى مدخل نبضات المحرك التالي في الجدول المرجعي الأول 400 (الإطار 810). على سبيل المثال، إذا كان مدخل نبضات المحرك التالي مباشرةً ببعج مدخل نبضات المحرك الأول، سينتقل المُعالج 142 من المدخل 416 إلى المدخل 418. يحدد المُعالج 142 بعد ذلك ما إذا كان مدخل نبضات المحرك التالي مرتبط بموضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق 120 (الإطار 812). في بعض الأمثلة، يتم ربط مدخل نبضات المحرك التالي بموضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق 120 على أساس عودة ذراع المرفق 120 إلى موضع الزاوية الصفرية بعد دورة كاملة. إذا كان مدخل نبضات المحرك التالي مرتبط بموضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق 120، يتم إنهاء الطريقة الواردة في الشكل 8. مع ذلك، إذا كان مدخل نبضات

المحرك التالي غير مرتبط بموضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق 120، ينتقل التحكم إلى الإطار 814.

عند الإطار 814، يحدد المُعالج زاوية ذراع المرفق 120 على أساس مدخل قيمة عد نبضات المحرك التالي (الإطار 814). إذا كان مدخل قيمة عد نبضات المحرك التالي يُمثل المدخل الأول 408 في الجدول المرجعي 400، يمكن أن يستخدم المُعالج 142 المعادلة 14 لتحديد زاوية ذراع المرفق 120. إذا كان مدخل قيمة عد نبضات المحرك التالي لا يُمثل المدخل الأول 408 في الجدول المرجعي 400، يمكن أن يستخدم المُعالج 142 المعادلة 15 لتحديد زاوية ذراع المرفق 120.

$$\text{المعادلة 14:} \quad \frac{\text{نبضات المحرك} - \text{نبضات المحرك عند الموضع الصفرى لذراع المرفق}}{\text{نبضات المحرك لكل شوط مرفق}} = 2\pi \times \text{زاوية المرفق}$$

$$\text{المعادلة 15:} \quad \frac{\text{نبضات المحرك} - \text{نبضات المحرك عند الموضع الصفرى لذراع المرفق}}{\text{نبضات المحرك لكل شوط مرفق}} = 2\pi \times \text{زاوية المرفق}$$

كما يحدد المُعالج 142 موضع القضيب المصقول 110 التالي المرتبط بقيمة عد نبضات المحرك التالية (الإطار 816). عند الإطار 818، يقوم المُعالج 142 بتخزين الموضع التالي لذراع المرفق 120 عند، على سبيل المثال، المدخل 516، موضع القضيب المصقول 110 التالي عند، على سبيل المثال، المدخل 518 وقيمة عد نبضات المحرك التالية عند، على سبيل المثال، المدخل 520 في الجدول المرجعي الثاني 500 (الإطار 818). عند الإطار 820، ينتقل المُعالج 142 إلى مدخل نبضات المحرك التالي في الجدول المرجعي الأول 400 (الإطار 820). على سبيل المثال، إذا كان مدخل نبضات المحرك التالي مباشرةً بعد مدخل نبضات المحرك الثاني، ينتقل المُعالج 142 من المدخل 412 إلى 420.

يمكن استخدام الطريقة الواردة في الشكل 6 لإنتاج الجدول المرجعي 500 وتبدأ بقيام المُعالج 142 بتحديد المدخل الأول 608 في الجدول المرجعي 500 عندما يكون ذراع المرفق 120 في موضع رأسي و/أو زاوية صفرية (الإطار 902). عند الإطار 904، يتم تحديد عامل عزم الدوران على أساس زاوية ذراع المرفق 120 المُصاحبة (الإطار 904). في بعض الأمثلة، يمكن استخدام تقريب

الفروق المركزية من الدرجة الأولى لتحديد  $\frac{ds}{dt}$  و  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  ويمكن استخدام العلاقة الموضحة في المعادلة 3 لتحديد عامل عزم الدوران،  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$ . يقوم المُعالج 142 بعد ذلك بتخزين  $\frac{ds}{dt}$  في المدخل المُصاحب في العمود الخامس 602،  $\frac{ds(\theta)}{d\theta}$  في المدخل المُصاحب في العمود السادس 604 و  $\frac{ds}{d\theta}$  في المدخل المُصاحب في العمود السابع 606 (الإطار 906).

5 يحدد المُعالج 142 بعد ذلك ما إذا كان الجدول المرجعي 500 يتضمن مدخل زاوية ذراع مرفق 120 آخر (الإطار 908). على سبيل المثال، إذا لم تكن هناك أي مدخلات زاوية ذراع مرفق 120 متبقية (على سبيل المثال، لا توجد مدخلات زاوية ذراع مرفق 120 لاحقة) يتم إنهاء الطريقة الواردة في الأشكال 6أ و 6ب مع ذلك، إذا كان مدخل زاوية ذراع المرفق 120 موجود عند المدخل 610، على سبيل المثال، ينتقل المُعالج 142 إلى مدخل زاوية ذراع المرفق 120 التالي في الجدول المرجعي الثاني 500 و (الإطار 910).

يمكن استخدام الطريقة الواردة في الشكل 7 لتحديد زاوية الطور،  $T$ ، لثقل الموازنة و/أو عزم دوران ثقل الموازنة الأقصى،  $M$ ، وتبدأ بواسطة قيام المُعالج 142 بتحديد زاوية ذراع المرفق 120 باستخدام، على سبيل المثال، واحد أو أكثر من الجداول المرجعية 500، 600 و 700 و/أو مدخل من احد أو أكثر من المستشعرات 128، 130، 132 و/أو 146 (الإطار 1002). يحدد المُعالج

15 142 بعد ذلك ما إذا كانت زاوية ذراع المرفق 120 مساوية لإحدى زوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقاً (الإطار 1004). في بعض الأمثلة، تتمثل زوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقاً

في  $0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$ . إذا كانت زاوية ذراع المرفق 120 مساوية لزوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقاً، يحدد المُعالج 142 عزم دوران المحرك 114 عند الزاوية المحددة مسبقاً باستخدام، على سبيل المثال، المستشعر الرابع 146 (الإطار 1006). في بعض الأمثلة، يكون المستشعر الرابع

20 146 عبارة عن محرك متغير السرعة (VSD) variable speed drive. على أساس زاوية ذراع

المرفق 120 المساوية لإحدى زوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقاً، يحدد المُعالج 142 عزم

الدوران الصافي،  $T_{NP}$ ، الذي يتعرض له صندوق التروس 116 كدالة لزاوية ذراع المرفق 120

- 5 عند الزاوية المحددة مسبقًا (1008). على أساس زاوية ذراع المرفق 120 المساوية لإحدى زوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقًا، يحدد المُعالج 142 عامل عزم الدوران المُصاحب،  $TF(\theta)$  بواسطة الإشارة إلى الجدول الثالث 600 (الإطار 1010). على أساس زاوية ذراع المرفق 120 المساوية لإحدى زوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقًا، يحدد المُعالج 142 الحمل المُسلط على القضيب المصفول 110 باستخدام، على سبيل المثال، واحد أو أكثر من الجداول المرجعية 500، 600 و 700 (الإطار 1012).
- عند الإطار 1014، يحدد المُعالج 142 ما إذا تم تحديد عوامل عزم الدوران لكل من زوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقًا. إذا لم يتم تحديد جميع عوامل عزم الدوران لزوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقًا، تعود الطريقة الواردة في الشكل 10 إلى الإطار 1002.
- 10 إذا تم تحديد جميع عوامل عزم الدوران لزوايا ذراع المرفق 120 المحددة مسبقًا، يقوم المُعالج 142 بحساب زاوية الطور للثقل الموازن باستخدام، على سبيل المثال، المعادلة 8 (الإطار 1016). يمكن أن يقوم المُعالج 142 بعد ذلك بحساب عزم دوران ثقل الموازنة الأقصى،  $M$ ، باستخدام، على سبيل المثال، المعادلة 13 (الإطار 1018). في بعض الأمثلة، لتحديد زاوية الطور و/أو عزم دوران ثقل الموازنة الأقصى، تتم مراقبة شوط واحد على الأقل لوحدة الضخ 100.
- 15 يعرض الشكل 8 مخططًا إطارياً لمنصة معالج توضيحية 1100 processor platform قادرة على تنفيذ التعليمات لتنفيذ الطرق الواردة في الأشكال 7 - 10 لتنفيذ الجهاز 129 الوارد في الشكل 1. يمكن أن تكون منصة المعالج 1100، على سبيل المثال، خادم، كمبيوتر شخصي، وسيلة محمولة (على سبيل المثال، هاتف خلوي، هاتف ذكي، كمبيوتر لوحي مثل iPad™)، مساعد رقمي شخصي (PDA) personal digital assistant، تطبيق إنترنت، أو أي نوع آخر من الوسائل الحاسوبية.
- 20 تتضمن منصة المعالج 1100 الواردة في المثال الموضح معالجًا 1112 processor. يكون المعالج 1112 الوارد في المثال الموضح مكون كمبيوتر. على سبيل المثال، يمكن تنفيذ المعالج 1112 بواسطة واحدة أو أكثر من الدوائر المدمجة، الدوائر المنطقية، المعالجات الدقيقة أو وحدات التحكم من أية عائلة أو مُصنَّع مفضل.

- يتضمن المعالج 1112 الوارد في المثال الموضح ذاكرة محلية 1113 local memory (على سبيل المثال، ذاكرة خفية). يكون المعالج 1112 الوارد في المثال الموضح في اتصال مع ذاكرة رئيسية تتضمن ذاكرة متطايرة 1114 volatile memory وذاكرة غير متطايرة non-volatile memory 1116 عبر ناقل 1118 bus. يمكن تنفيذ الذاكرة المتطايرة 1114 بواسطة ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية المتزامنة Synchronous Dynamic Random Access Memory (SDRAM)، ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية Dynamic Random Access Memory (DRAM)، ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية RAMBUS RAMBUS Dynamic Random Access Memory (RDRAM)، و/أو أي نوع آخر من وسيلة ذاكرة الوصول العشوائي. يمكن تنفيذ الذاكرة غير المتطايرة 1116 بواسطة ذاكرة وميضية و/أو أي نوع آخر مفضل لوسيلة الذاكرة. يتم التحكم في الوصول إلى الذاكرة الرئيسية 1114، 1116 بواسطة جهاز تحكم في الذاكرة.
- 5
- تتضمن منصة المعالج 1100 الواردة في المثال الموضح دائرة بينية 1120. يمكن تنفيذ الدائرة البينية 1120 بأي نوع من معيار الواجهة البينية، مثل واجهة إيثرنت بينية، ناقل مسلسل عام (USB) universal serial bus، و/أو واجهة بينية سريعة لـ PCI.
- 10
- 15
- في المثال الموضح، يتم توصيل واحدة أو أكثر من وسائل الإدخال 1122 input devices بالدائرة البينية 1120. تسمح وسيلة (وسائل) الإدخال 1122 للمستخدم بإدخال بيانات وأوامر في المعالج 1012. يمكن تنفيذ وسيلة (وسائل) الإدخال، على سبيل المثال، بواسطة مستشعر صوتي، ميكروفون، لوحة مفاتيح، زر، فأرة، شاشة لمس، وسادة المسار، كرة المسار، isopoint و/أو نظام تمييز الصوت.
- 20
- كما يتم توصيل واحدة أو أكثر من وسائل الإخراج 1124 بالدائرة البينية 1120 الواردة في المثال الموضح. يمكن تنفيذ وسائل الإخراج 1024، على سبيل المثال، بواسطة وسائل عرض (على سبيل المثال، صمام ثنائي باعث للضوء (LED) light emitting diode)، صمام ثنائي عضوي باعث للضوء (OLED) organic light emitting diode، شاشة عرض بلورية سائلة، شاشة عرض بأنبوب الأشعة الكاثودية (CRT) cathode ray tube display، شاشة لمس، وسيلة إخراج باللمس، صمام ثنائي باعث للضوء (LED)، طابعة و/أو سماعات). وهكذا، تتضمن الدائرة
- 25

البينية 1120 الواردة في المثال الموضح بشكل نمطي بطاقة محرك رسومات، شريحة محرك رسومات، أو معالج محرك رسومات.

- 5 كما تتضمن الدائرة البينية 1120 الواردة في المثال الموضح وسيلة اتصال مثل جهاز إرسال، جهاز استقبال، جهاز مرسل مستقبل، مودم و/أو بطاقة واجهة شبكة بينية لتسهيل تبادل البيانات مع الآلات الخارجية (على سبيل المثال، الوسائل الحسابية من أي نوع) عبر شبكة 1126 (على سبيل المثال، وصلة إيثرنت Ethernet connection، خط اشتراك رقمي digital subscriber line (DSL)، خط هاتف، كبل متحد المحور، نظام هاتف خلوي، وهكذا).
- 10 كما تتضمن منصة المعالج 1100 الواردة في المثال الموضح واحدة أو أكثر من وسائل التخزين كبيرة السعة 1128 لتخزين البرامج و/أو البيانات. تتضمن أمثلة وسائل التخزين كبيرة السعة المذكورة 1128 محركات الأقراص المرنة، محركات الأقراص الصلبة، محركات الأقراص المضغوطة، محركات أقراص Blu-ray، أنظمة RAID، ومحركات الأقراص الرقمية متعددة الاستخدامات (DVD).

- يمكن تخزين التعليمات المشفرة 1132 coded instructions لتنفيذ الطرق الواردة في الشكلين 7 - 10 في وسيلة التخزين كبيرة السعة 1128 mass storage device، في الذاكرة المتطايرة 1114، في الذاكرة غير المتطايرة 1116، و/أو وسط تخزين قابل للقراءة بالكمبيوتر ملموس وقابل للإزالة مثل CD أو DVD.

على الرغم من الكشف عن طرق، أجهزة ومنتجات مصنعة توضيحية معينة هنا، فلا يقتصر مجال تغطية هذه البراءة عليها. على النقيض من ذلك، تغطي هذه البراءة جميع الطرق، الأجهزة والمنتجات المصنعة التي تقع بالفعل ضمن مجال عناصر حماية هذه البراءة.

20 اشارة مرجعية للرسومات

الشكل 1:

140 - ذاكرة

142 - معالج

- 144 - مؤقت
- الشكل 4:
- 702 - تحديد قيمة عد نبضات أولية لذراع مرفق
- 704 - تشغيل المؤقت
- 5 706 - تحديد الزمن منذ بدء التشغيل
- 708 - هل الزمن المنقضي عند زمن محدد مسبقاً؟
- 710 - تحديد قيمة عد نبضات لذراع مرفق
- 712 - هل قيمة عد نبضات المرفق الحالية ناقص قيمة عد نبضات المرفق الأولية أكبر من صفر؟
- 10 714 - البدء في عملية المعايرة
- 716 - تحديد قيمة عد نبضات أولى للمحرك
- 718 - تحديد موضع أول لقضييب مصقول
- 720 - ربط قيمة نبضات صفرية بالموضع الأول وتخزينها في الذاكرة
- 722 - تشغيل المؤقت
- 15 724 - تحديد الزمن منذ بدء التشغيل
- 726 - هل الزمن المنقضي عند زمن محدد مسبقاً؟
- 728 - تحديد قيمة عد النبضات التالية للمحرك
- 730 - تحديد الفرق بين قيمة عد النبضات التالية وقيمة عد النبضات الأولى
- 732 - تحديد موضع تالي لقضييب مصقول

- 734 - ربط الفرق في قيم عد النبضات بالموضع التالي وتخزينها في الذاكرة
- 736 - هل مدخل ذراع المرفق المستقبل عند موضع رأسي؟
- 738 - ربط قيمة عد نبضات المحرك بالموضع الرأسي للمرفق وتخزينها في الذاكرة
- 740 - تحديد قيمة عد النبضات لذراع المرفق
- 5 742 - هل قيمة عد نبضات المرفق الحالية ناقص قيمة عد نبضات المرفق الأولية أكبر من واحد؟
- 744 - تخزين البيانات في الذاكرة
- أ - البداية
- ب - النهاية
- 10 ج - نعم
- د - لا
- الشكل 5:
- 802 - تحديد مدخل قيمة عد نبضات محرك أول في جدول مرجعي أول عندما يكون ذراع المرفق في موضع الزاوية الصفرية
- 15 804 - ربط مدخل قيمة عد نبضات محرك أولى بموضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق
- 806 - تحديد قيمة موضع قضيب مصقول أولى على أساس قيمة عد نبضات المحرك الأولى
- 808 - تخزين موضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق، قيمة موضع القضيب المصقول الأولى وقيمة عد نبضات المحرك الأولى في جدول مرجعي ثاني
- 20 810 - الانتقال إلى مدخل نبضات المحرك التالي في الجدول المرجعي الأول

812 - هل مدخل نبضات المحرك التالي مرتبط بموضع الزاوية الصفرية لذراع المرفق؟

814 - تحديد زاوية ذراع المرفق على أساس قيمة عد نبضات المحرك التالية

816 - تحديد قيمة موضع القضيب المصقول التالي على أساس قيمة عد نبضات

المحرك التالية

5 818 - تخزين موضع زاوية ذراع المرفق التالي، قيمة موضع القضيب المصقول التالي

وقيمة عد نبضات المحرك التالية في جدول مرجعي ثاني

820 - الانتقال إلى مدخل نبضات المحرك التالي في الجدول المرجعي الأول

أ - البداية

ب - النهاية

10 ج - نعم

د - لا

الشكل 6:

902 - تحديد مدخل أول عندما يكون ذراع المرفق في موضع الزاوية الصفرية في الجدول

المرجعي الثاني

15 904 - تحديد عامل عزم الدوران

906 - تخزين عامل عزم الدوران مع المدخلات المصاحبة في الجدول المرجعي الثالث

908 - هل مدخل زاوية ذراع المرفق التالي موجود في الجدول المرجعي الثاني؟

910 - الانتقال إلى مدخل زاوية ذراع المرفق في الجدول المرجعي الثاني

أ - البداية

20 ب - النهاية

ج - نعم

د - لا

الشكل 7:

1002 - تحديد زاوية مرفق

5 - 1004 هل زاوية المرفق مساوية لإحدى زوايا المرفق المحددة مسبقًا؟

1006 - تحديد عزم دوران المحرك عند زاوية محددة مسبقًا

1008 - تحديد عزم الدوران الصافي عن زاوية محددة مسبقًا

1010 - تحديد عامل عزم الدوران للزاوية المحددة مسبقًا

1012 - تحديد حمل قضيب مصقول عند زاوية محددة مسبقًا

10 - 1014 هل تم تحديد عوامل عزم الدوران لجميع زوايا المرفق المحددة مسبقًا؟

1016 - حساب زاوية الطور للثقل الموازن

1018 - حساب أقصى عزم للثقل الموازن

أ - البداية

ب - النهاية

15 ج - نعم

د - لا

الشكل 8:

1114 - ذاكرة وصول عشوائي

1116 - ذاكرة للقراءة فقط

- 1112 - مُعالِج
- 1128 - وسيلة تخزين كبيرة السعة
- 1122 - وسيلة (وسائل) إدخال
- 1120 - واجهة بينية
- 5 1132 - تعليمات مُشفرة
- 1126 - شبكة
- 1124 - وسيلة (وسائل) إخراج
- 1113 - ذاكرة محلية

### عناصر الحماية

1- جهاز لتحديد مُعلمات تشغيل operating parameters وحدة ضخ pumping unit

للاستخدام في الآبار، يشتمل الجهاز على:

مبيت housing ؛ و

معالج processor موضوع في المبيت housing ، حيث يكون المعالج processor ل:

5 تحديد حمولة أولى على قضيب مصقول polished rod من وحدة ضخ pumping unit ؛

تقدير عزم دوران أول لمحرك وحدة الضخ pumping unit ؛

تحديد عامل عزم دوران torque factor أول لوحدة الضخ pumping unit بناءً على رابط بين

وضع قضيب مصقول polished rod وقيمة حساب نبضات pulse count values للمحرك؛

تحديد، على أساس الحمولة الأولى، عزم الدوران الأول، و عامل عزم الدوران torque factor

10 الأول، زاوية طور ثقل موازنة وحدة الضخ pumping unit ؛ و

تشغيل وحدة الضخ pumping unit بناءً على زاوية الطور phase angle لإتاحة عزم دوران

صافٍ يواجه صندوق تروس gearbox وحدة الضخ pumping unit لاستيفاء حدٍ ما.

2- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 1، يشتمل إضافياً على:

15 وسيلة تحديد زاوية طورية ثانية تحدد أخرى من زاوية طور ثقل موازنة وحدة الضخ pumping

unit أو عزم قوة ثقل الموازنة counterbalance .

3- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 1، حيث تحدد وسيلة تحديد عامل عزم الدوران torque factor

عامل عزم الدوران باستخدام جدول مرجعي reference table.

20

4- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 3، يشتمل إضافياً على:

وسيلة تحريك تُحرك القضيب المصقول polished rod من خلال دائرة cycle أولى لوحدة

الضخ pumping unit باستخدام المحرك؛

وسيلة تحديد قيمة حساب نبضات pulse count values أولى تحدد قيم حساب نبضات أولى للمحرك من خلال الدورة الأولى باستخدام مستشعر sensor أول عند أزمنة أولى، تكون الأزمنة الأولى متباعدة بالتساوي بدرجة كبيرة؛

وسيلة تحديد قيمة مواضع أولى تحدد قيم المواضع الأولى للقضيب المصقول من خلال الدورة الأولى باستخدام مستشعر sensor ثان عند الأزمنة الأولى؛

وسيلة ربط تربط بين قيم حساب النبضات الأولى بالنسبة لتلك الخاصة بقيم المواضع الأولى لمعايرة معالج processor وحدة الضخ pumping unit ؛ و  
وسيلة توليد تولد الجدول المرجعي reference table باستخدام قيم حساب النبضات الأولى وقيم المواضع الأولى الناتجة عند الأزمنة الأولى لتوضيح العلاقة بين قيم حساب النبضات الأولى وقيم المواضع الأولى.

5

10

5- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 4، يشتمل إضافياً على:

وسيلة تحديد زاوية صفرية تحدد موضع زاوية صفرية بدرجة كبيرة ذراع المرفق crank arm وزوايا خاصة للتحديد من ذراع المرفق crank arm عند قيم المواضع الأولى.

15

6- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 1، حيث يرتبط عامل عزم الدوران torque factor الأول بزاوية محددة مسبقاً أولى ذراع المرفق crank arm .

7- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 6، يشتمل إضافياً على:

وسيلة تحديد عامل عزم دوران torque factor ثان تحدد عامل عزم دوران torque factor ثان مرتبط بزاوية محددة مسبقاً ثانية ذراع المرفق crank arm ، يتم تحديد زاوية الطور phase angle إضافياً على أساس عامل عزم الدوران torque factor الثاني.

20

8- مولد معلومات لتشغيل وحدة ضخ، يشتمل على:

جهاز تحكم controller :

25

يحدد عامل عزم دوران torque factor أول لوحة ضخ pumping unit عن طريق تحديد العلاقة بين قيم حساب نبضات محرك باستخدام مستشعر sensor أول وموضع قضيب مصقول polished rod باستخدام مستشعر sensor ثانٍ، يشتمل عامل عزم الدوران torque factor على معدل تغيير في موضع قضيب مصقول polished rod من وحدة الضخ pumping unit بالنسبة لزاوية ذراع المرفق بوحدة الضخ pumping unit ؛

5

يحدد زاوية طور ثقل موازن لوحة الضخ pumping unit بناءً على عامل العزم الأول وحمل أول وعزم أول؛ و يقوم بتشغيل وحدة الضخ pumping unit بناءً على زاوية المرحلة لإتاحة عزم دوران صافي يواجهه صندوق تروس وحدة الضخ pumping unit لاستيفاء حدٍ ما.

10

9- مولد المعلومات لتشغيل وحدة الضخ pumping unit طبقاً لعنصر الحماية 8، حيث يحدد جهاز التحكم controller إضافياً حمولة أولى على القضيب المصقول polished rod لوحة الضخ pumping unit على أساس العلاقة بين قيم حساب نبضات المحرك وموضع القضيب المصقول polished rod .

15

10- مولد المعلومات لتشغيل وحدة الضخ pumping unit طبقاً لعنصر الحماية 9، حيث يُقدر إضافياً جهاز التحكم controller عزم دوران أول لمحرك وحدة الضخ pumping unit .

11- مولد المعلومات لتشغيل وحدة الضخ pumping unit طبقاً لعنصر الحماية 10، حيث أنه، على أساس الحمولة الأولى، عزم الدوران الأول، وعامل عزم الدوران torque factor الأول، يحدد جهاز التحكم controller إضافياً زاوية طور ثقل موازنة وحدة الضخ pumping unit أو عزم قوة ثقل الموازنة counterbalance على أساس زاوية الطور phase angle .

20

12- مولد المعلومات لتشغيل وحدة الضخ pumping unit طبقاً لعنصر الحماية 11، حيث يحدد جهاز التحكم controller إضافياً الأخرى من زاوية طور ثقل موازنة وحدة الضخ pumping unit أو عزم قوة ثقل الموازنة counterbalance .

25

- 13- مولد المعلومات لتشغيل وحدة الضخ pumping unit طبقاً لعنصر الحماية 10، حيث يعتمد عامل عزم الدوران torque factor الأول على زاوية أولى ذراع المرفق crank arm .
- 14- مولد المعلومات لتشغيل وحدة الضخ pumping unit طبقاً لعنصر الحماية 10، حيث يحدد جهاز التحكم controller عامل عزم الدوران torque factor باستخدام جدول مرجعي reference table . 5
- 15- مولد معلم تشغيل وحدة الضخ pumping unit طبقاً لعنصر الحماية 14، حيث يشمل توليد الجدول المرجعي reference table على:
- 10 تحريك جهاز التحكم controller للقضيب المصقول من خلال دائرة cycle أولى لوحدة الضخ pumping unit باستخدام المحرك؛
- تحديد جهاز التحكم controller لقيم حساب النبضات الأولى للمحرك من خلال الدورة الأولى باستخدام مستشعر sensor أول عند أزمنة أولى، تكون الأزمنة الأولى متباعدة بالتساوي بدرجة كبيرة؛
- 15 تحديد جهاز التحكم controller لقيم المواضع الأولى للقضيب المصقول من خلال الدورة الأولى باستخدام مستشعر sensor ثان عند الأزمنة الأولى؛
- ربط جهاز التحكم controller بين قيم حساب النبضات الأولى بالنسبة لتلك الخاصة بقيم المواضع الأولى لمعايرة معالج processor وحدة الضخ pumping unit ؛ و
- توليد جهاز التحكم controller للجدول المرجعي باستخدام قيم حساب النبضات الأولى وقيم المواضع الأولى الناتجة عند الأزمنة الأولى لتوضيح علاقة بين قيم حساب النبضات الأولى وقيم المواضع الأولى.
- 20
- 16- جهاز لتحديد معلومات تشغيل وحدة ضخ، يشتمل على:
- مبيت housing ؛ و
- 25 معالج processor موضوع في المبيت housing ،

يحدد المعالج processor حمولة أولى على قضيب مصقول polished rod لوحدة ضخ، لتقدير عزم دوران أول لمحرك وحدة الضخ pumping unit بناء على ترابط بين وضع قضيب مصقول polished rod وقيمة حساب نبضات pulse count values محرك، وتحديد عامل عزم دوران torque factor أول لوحدة الضخ pumping unit ، يكون المعالج processor ، 5 على أساس الحمولة الأولى، عزم الدوران الأول، وعامل عزم الدوران torque factor الأول، لتحديد زاوية طور ثقل موازنة وحدة الضخ pumping unit أو عزم قوة ثقل الموازنة counterbalance ، وتشغيل وحدة الضخ pumping unit بناء على زاوية الطور phase angle لإتاحة عزم دوران صافٍ واجهه صندوق تروس وحدة الضخ pumping unit لاستيفاء حدٍ ما.

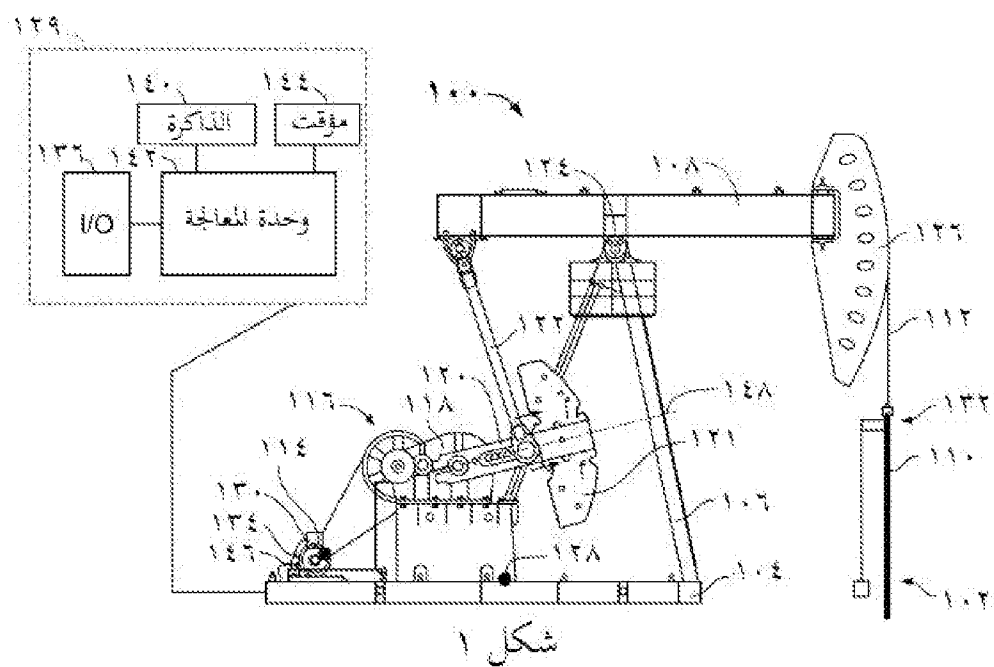
10

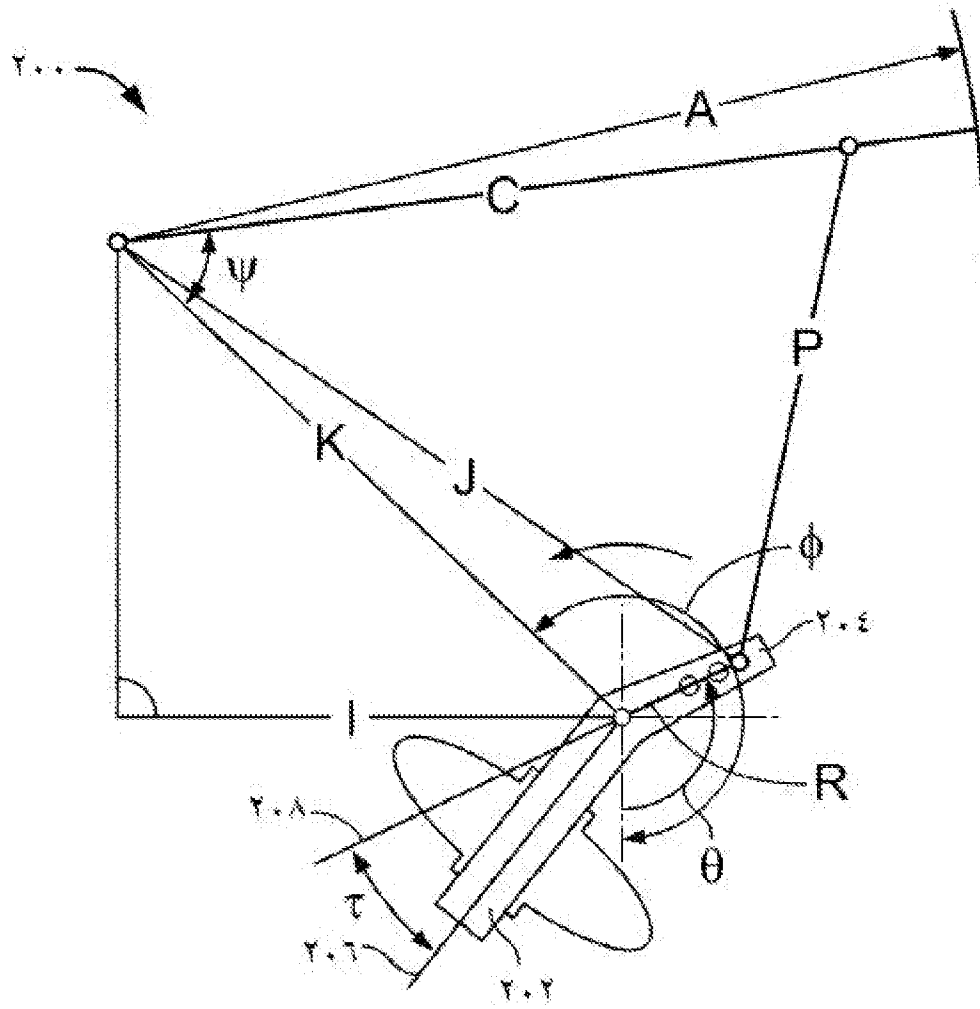
17- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 16، حيث يحدد المعالج processor إضافياً الأخرى من زاوية طور ثقل الموازنة أو عزم قوة ثقل الموازنة counterbalance .

18- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 16، حيث يحدد المعالج processor عامل عزم الدوران torque factor باستخدام الجدول المرجعي reference table . 15

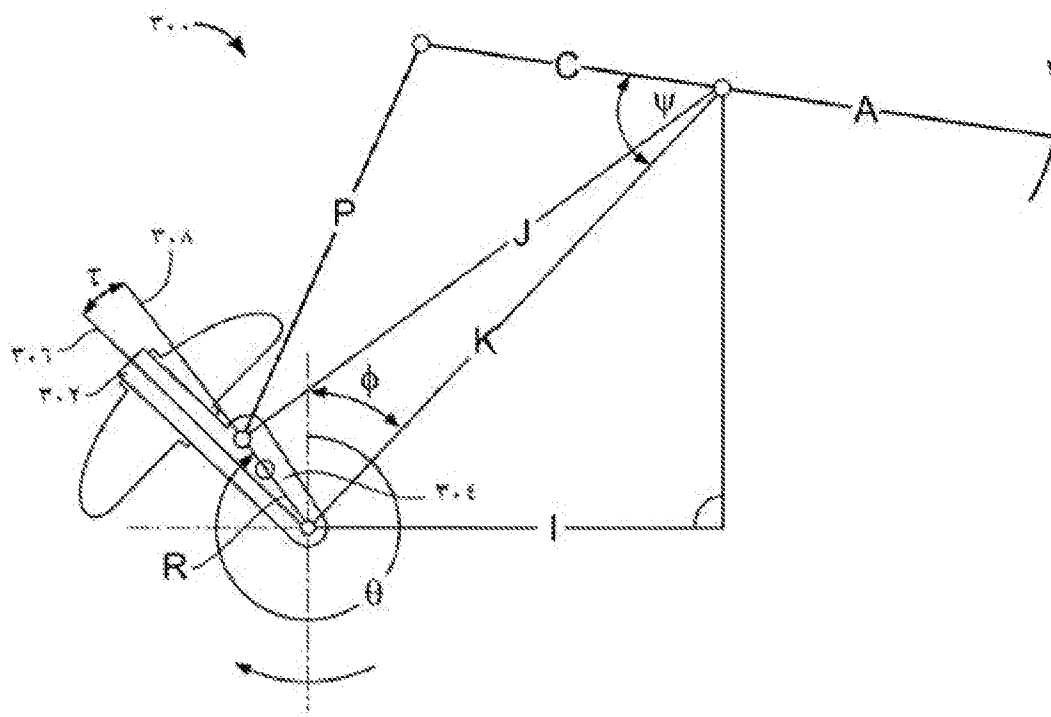
19- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 18، حيث يولد المعالج processor الجدول المرجعي reference table على أساس العلاقة بين قيم حساب نبضات المحرك باستخدام مستشعر sensor أول وموضع القضيب المصقول polished rod . 20

20- الجهاز طبقاً لعنصر الحماية 16، حيث يربط المعالج processor عامل عزم الدوران torque factor الأول بزاوية أولى محددة مسبقاً ذراع المرفق crank arm .

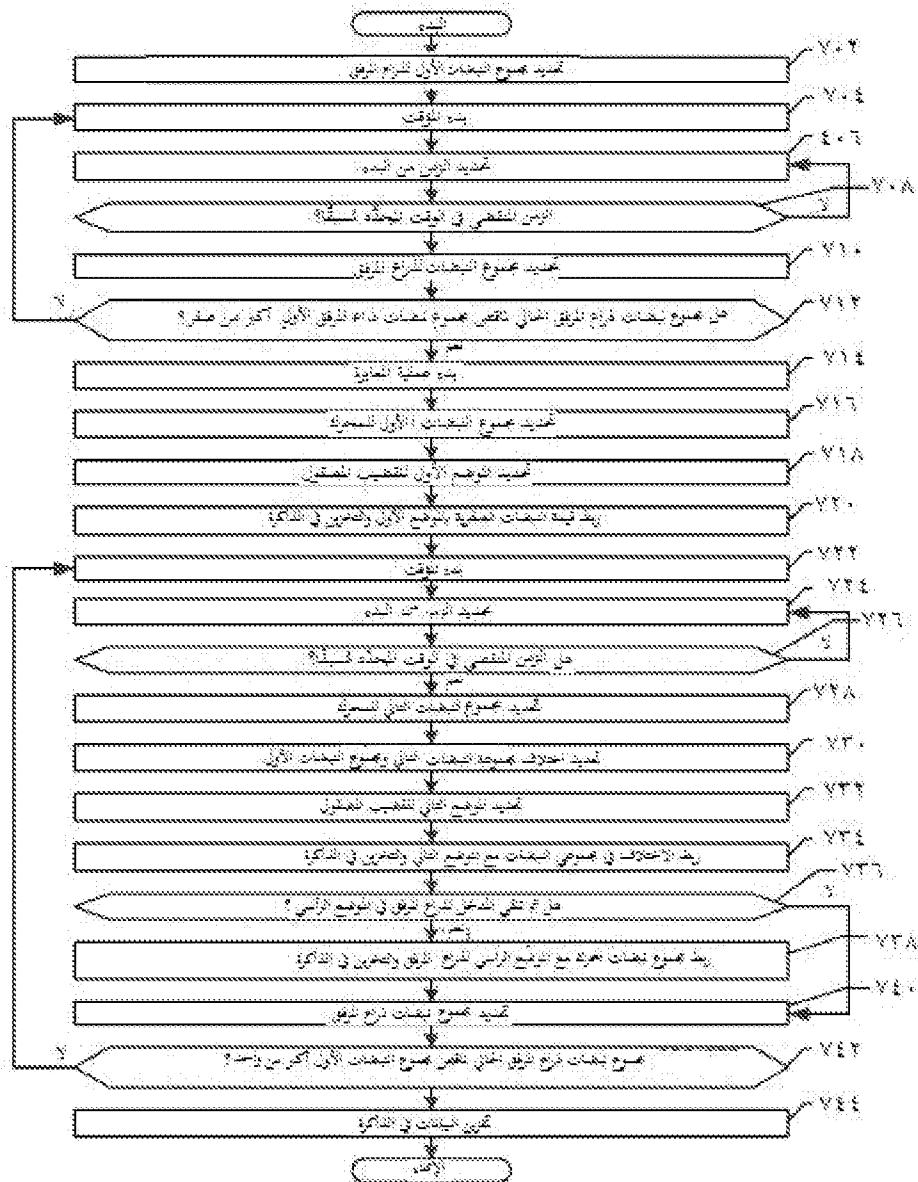




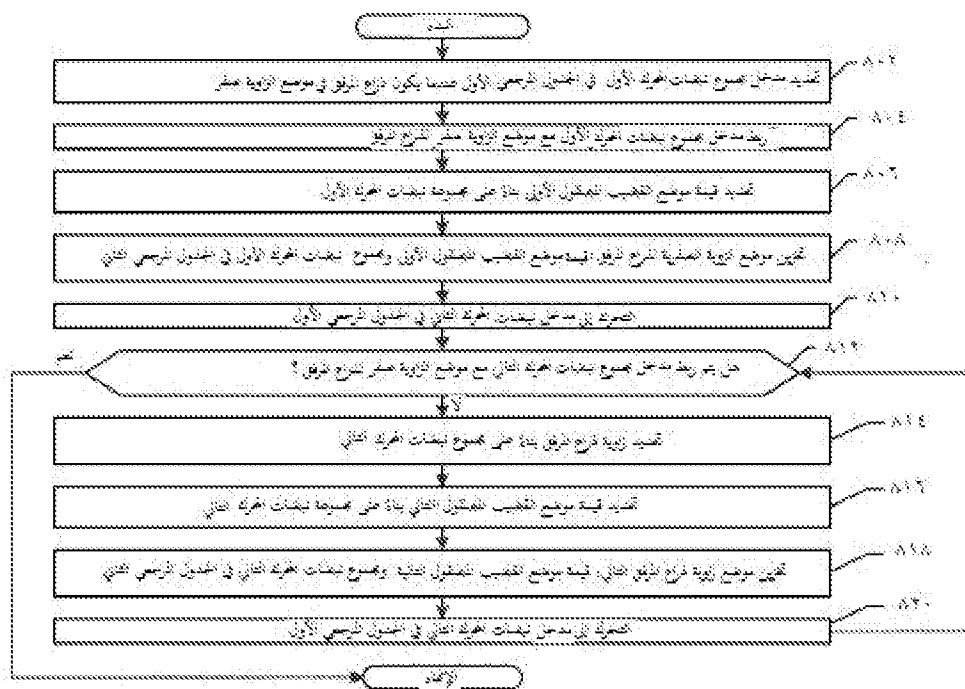
الشكل ٢



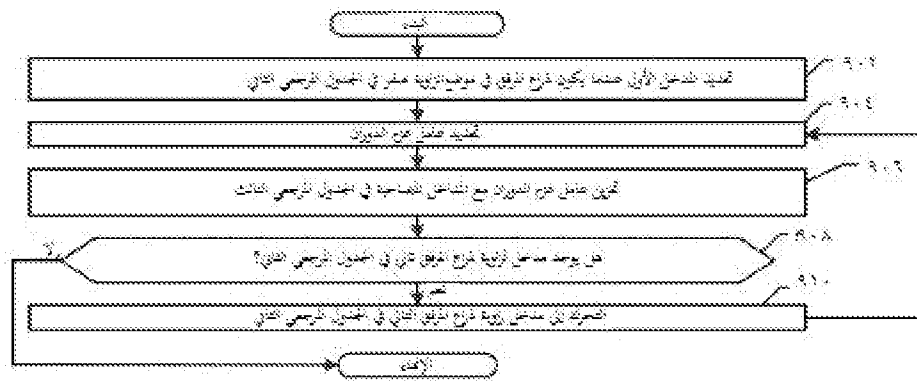
انتظر



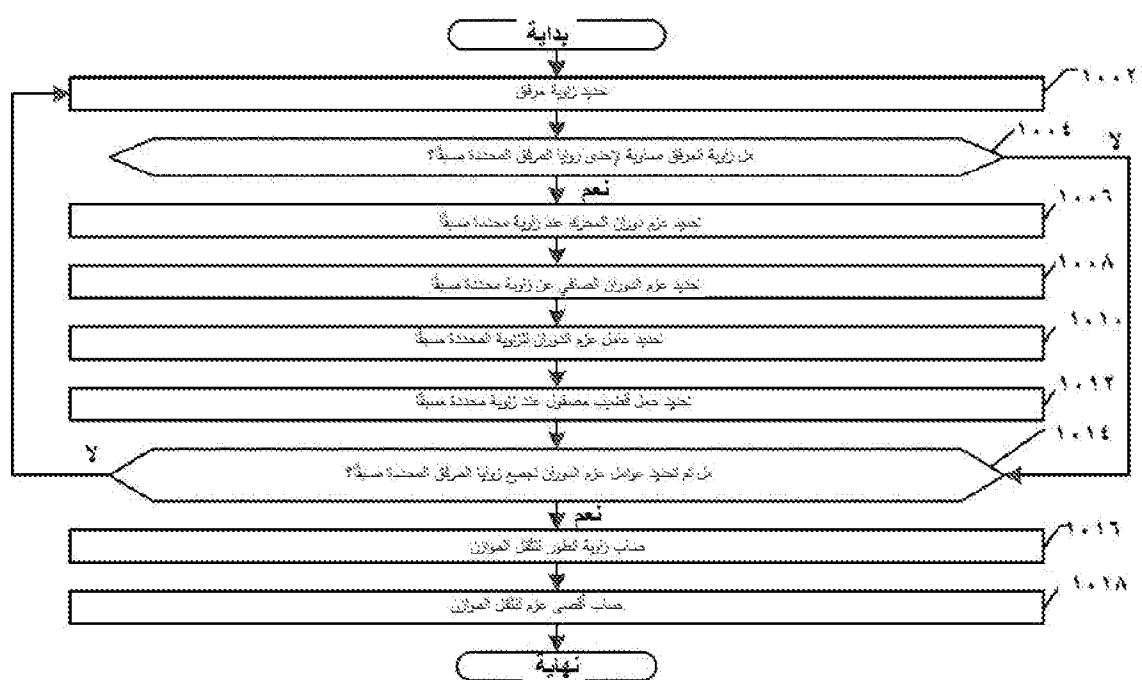
شكل ٤



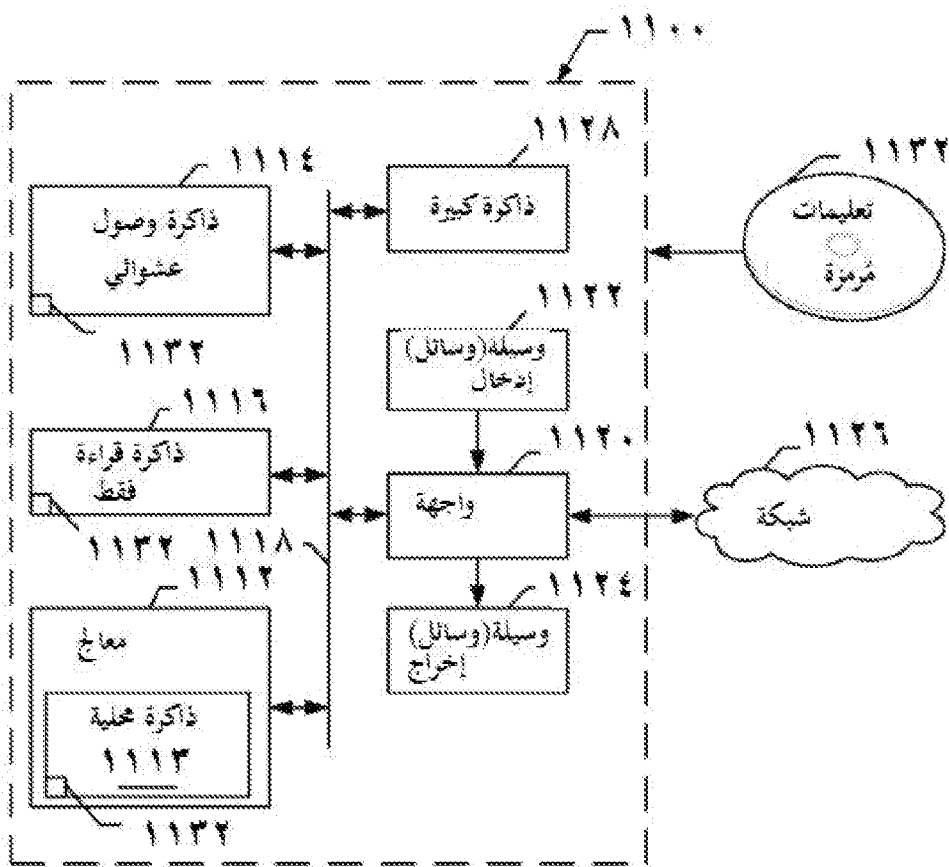
شكل ٥



شكل ٦



شكل ٧



شكل ٨



## مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشرط تسديد المقابل المالي السنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سقوطها 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**