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 و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

هاليبرتون إنيرجى سيرفيسز، إنك.
Halliburton Energy Services, Inc.

براءة اختراع رقم : SA 12326

بتاريخ : 1444/07/17 هـ
الموافق : 2023/02/08 م

عن الإختراع المسمى :

طريقة لاكتشاف موضع الأطواق

METHOD FOR FINDING POSITION OF COLLARS

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 12326 B1

[12] براءة اختراع

[45] تاريخ المنح: 1444/07/17 هـ
الموافق: 2023/02/08 م

[21] رقم الطلب: 519410039
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1441/01/05 هـ
الموافق: 2019/09/04 م

[72] اسم المخترع: لويس اميليو سان مارتين ، احمد السيد فؤاد ، لكير ار. كابوجلو ، ولفجانج هارموت نيتش

[73] مالك البراءة: .هاليبرتون إنيرجى سيرفيسز، إنك
عنوانه: 3000 ان. سام هيوستن باركواى اى. تكساس 77032، الولايات المتحدة الامريكية
جنسيته: امريكية

[74] الوكيل: تركي عبد الكريم عبد الرزاق العليوي

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2017/027233
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2017/04/12 م

[87] رقم النشر الدولي: WO/2018/190831
تاريخ النشر الدولي: 2018/10/18 م

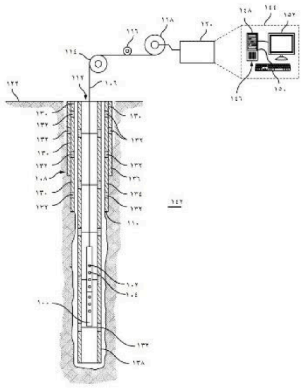
[51] التصنيف الدولي(IPC[8]):
E21B 047/009

[56] المراجع:
US 2014216734,

الفاحص: صالح أحمد محمد الشمراني

[54] اسم الاختراع: طريقة لاكتشاف موضع الأطواق
METHOD FOR FINDING POSITION OF COLLARS

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطريقة ونظام لتحديد موقع طوق collar في حفرة بئر. قد تشتمل الطريقة على أخذ قياس كهرومغناطيسي، إنتاج سجل كهرومغناطيسي electromagnetic log من القياس الكهرومغناطيسي، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي على مجموعة قنوات، وتحديد موقع الطوق في السجل الكهرومغناطيسي بناءً على دلالة الطوق collar signature في السجل الكهرومغناطيسي. يمكن أن يشتمل النظام على أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية. ويمكن أن تشتمل أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية على جهاز استقبال واحد على الأقل وجهاز إرسال واحد على الأقل. يمكن أن يشتمل النظام كذلك على وسيلة نقل ونظام معالجة معلومات، حيث تتم تهيئة نظام معالجة المعلومات لاستقبال قياس كهرومغناطيسي من أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية، إنتاج سجل كهرومغناطيسي من القياس الكهرومغناطيسي، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي على قناة واحدة على الأقل، وتحديد موقع طوق في السجل الكهرومغناطيسي باستخدام دلالة الطوق. الشكل (1)



عدد عناصر الحماية (20)، عدد الأشكال (9)

طريقة لاكتشاف موضع الأطواق

METHOD FOR FINDING POSITION OF COLLARS

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

لاستكشاف وإنتاج النفط والغاز، قد يتم إنشاء شبكة من الآبار، المنشآت والمجاري الأخرى عن طريق توصيل أقسام من أنبوب معدني معًا. على سبيل المثال، يمكن إكمال منشأة بئر، بشكل جزئي، من خلال إنزال العديد من أقسام الأنبوب المعدني (أي، سلسلة أنابيب تغليف) في حفرة بئر، وتثبيت سلسلة أنابيب التغليف بالأسمنت في مكانها. في بعض منشآت الآبار، يتم استخدام العديد من سلاسل أنابيب التغليف (على سبيل المثال، تجهيزة متعددة السلاسل متحدة المركز) للسماح بإجراء عمليات مختلفة مرتبطة بخيارات إكمال البئر، الإنتاج، أو استخلاص النفط المعزز enhanced oil recovery (EOR).

إن تآكل الأنابيب المعدنية مشكلة مستمرة. تتضمن مجهودات تخفيف التآكل استخدام سبائك مقاومة للتآكل، أغلفة، عمليات معالجة، نقل التآكل، من بين أمور أخرى. بالإضافة إلى ذلك، ما زالت مجهودات مراقبة التآكل مستمرة. بالنسبة لسلاسل أنابيب التغليف أسفل البئر، تتوفر العديد من أنواع أدوات مراقبة التآكلcorrosion monitoring tools . يستخدم أحد أنواع أداة مراقبة التآكل مجالات كهرومغناطيسية electromagnetic (EM) لتقدير سُمك الأنبوب أو غيره من مؤشرات التآكل الأخرى. كمثال، يمكن أن تقوم أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية بتجميع البيانات حول سُمك الأنبوب لإنتاج سجل كهرومغناطيسي. يمكن تفسير بيانات السجل الكهرومغناطيسي لتحديد حالة الإنتاج وسلاسل أنابيب التغليف الوسيطة، الأنابيب، الأطواقcollars ، المرشحات، الحشوات، والثقوب. عند استخدام مجموعة من سلاسل أنابيب التغليف معًا، يمكن أن يكون التحكم في عمليات تشغيل أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية للكشف عن التآكل وتفسير البيانات معقدًا.

الوصف العام للاختراع

يتعلق تجسيد توضيحي بطريقة لتحديد موقع طوق collar في حفرة بئر، حيث تشتمل على أخذ قياس كهرومغناطيسيelectromagnetic measurement ؛ إنتاج سجل كهرومغناطيسي من

القياس الكهرومغناطيسي، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي على مجموعة قنوات؛ وتحديد موقع الطوق في السجل الكهرومغناطيسي بناءً على دلالة الطوق في السجل الكهرومغناطيسي، حيث تشتمل دلالة الطوق على قناة واحدة على الأقل من مجموعة القنوات.

يتعلق تجسيد توضيحي بنظام قياس بئر لتحديد موقع طوق، حيث يشتمل على: أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية، حيث تشتمل أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية على: جهاز استقبال واحد على الأقل؛ وجهاز إرسال واحد على الأقل؛ وسيلة نقل؛ حيث يتم ربط وسيلة النقل بأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية؛ ونظام معالجة معلومات، حيث تتم تهيئة نظام معالجة المعلومات لاستقبال قياس كهرومغناطيسي من أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية، إنتاج سجل كهرومغناطيسي من القياس الكهرومغناطيسي، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي على قناة واحدة على الأقل، وتحديد موقع طوق في السجل الكهرومغناطيسي باستخدام دلالة الطوق.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

توضح هذه الرسومات جوانب معينة لبعض أمثلة الكشف الحالي، ولا يجب استخدامها للحد من أو تحديد الكشف.

الشكل 1 يوضح مثالاً على أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية موضوعة في حفرة بئر؛

الشكل 2 يوضح مثالاً على أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية مستخدمة مع نظام حفر؛

الشكل 3 يوضح مثالاً على سجل كهرومغناطيسي متعلق بطوق؛

الشكل 4أ يوضح مثالاً على طوق؛

الشكل 4ب يوضح مثالاً آخر على طوق؛

الشكل 5 يوضح مثالاً على استجابات الطوق في نطاق تردد عند طبقات مختلفة من الأنبوب متحد المركز؛

الشكل 6 يوضح مثالاً على استجابات الطوق في سجل معالج عند طبقات مختلفة من الأنبوب متحد المركز؛

الشكل 7 يوضح مثالاً على سجل كهرومغناطيسي بأنماط قد تشير إلى الطوق عند طبقات مختلفة من الأنبوب؛

الشكل 8أ يوضح مثالاً على العلاقة بين الاستجابة المحاكاة لطوق على طبقة أولى من الأنبوب والسجل الكهرومغناطيسي المقاس؛

الشكل 8ب يوضح مثالاً على سجل كهرومغناطيسي لقناة واحدة؛ و

الشكل 9 يوضح مثالاً على عملية أتمتة.

الوصف التفصيلي:

يمكن أن يتعلق الكشف بوجهٍ عام بطرق لتحديد الأطواق بأداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية. يمكن أن يوفر الاستشعار الكهرومغناطيسي (EM) استمرارية القياسات في الموقع للمتغيرات ذات الصلة بسلامة الأنابيب الموجودة في ثقوب حفر مغلفة. كنتيجة لذلك، يمكن استخدام الاستشعار EM في تطبيقات مراقبة ثقب مغلف. يمكن تهيئة أدوات تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية للعديد من الأنابيب متحدة المركز (على سبيل المثال، لواحد أو أكثر) مع تنوع قطر الأنبوب الأول (على سبيل المثال، من حوالي اثنين بوصة إلى حوالي سبعة بوصة أو أكثر). يمكن أن تقيس أدوات تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية التيارات الدوامية لتحديد فقدان المعادن واستخدام القلوب المغناطيسية عند أجهزة الإرسال. يمكن أن تستخدم أدوات تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية تيارًا دواميًا نبضيًا (النطاق الزمني) ويمكن أن تستخدم العديد من الملفات (طويلة، قصيرة، ومستعرضة) لتقييم العديد من أنواع العيوب في أنابيب مزدوجة. يجب إدراك إمكانية استخدام التقنيات المستخدمة في النطاق الزمني في قياسات نطاق التردد. يمكن أن تعمل أدوات تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية على وسيلة نقل. يمكن أن تتضمن أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية مصدر إمداد بالقدرة منفصل ويمكن أن تخزن البيانات التي تم الحصول عليها على ذاكرة. ويمكن استخدام قلب مغناطيسي في الكشف عن العيوب في العديد من الأنابيب متحدة المركز.

في أدوات تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية، يمكن أن يكون تفسير البيانات على أساس الفروق بين الاستجابات عند نقطتين مختلفتين داخل السجل الكهرومغناطيسية، نقطة تمثل قسم إسمي ونقطة

يمكن عندها تقدير السمك. يمكن معالجة فروق الاستجابة لتحديد التغيُر في سمك الجدار داخل عنصر أنبوبي.

يوضح الشكل 1 بيئة تشغيل لأداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 مثلما تم الكشف عنه هنا. يمكن أن تشتمل أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 على جهاز إرسال 102 و/أو جهاز استقبال 104. في الأمثلة، يمكن أن تكون أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 عبارة عن أداة حث قد تعمل مع تنفيذ مستمر للموجة بتردد واحد على الأقل. يمكن إجراء هذا بأي عدد من أجهزة الإرسال 102 و/أو أي عدد من أجهزة الاستقبال 104، والتي يمكن وضعها على أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100. في أمثلة إضافية، يمكن أن يعمل جهاز الإرسال 102 و/أو يقوم بوظيفته كجهاز استقبال 104. يمكن إقران أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 بفاعلية بوسيلة نقل 106 (على سبيل المثال، كبل حفر، خط انزلاق، أنابيب ملتفة، أنبوب، جرار أسفل البئر، و/أو ما شابه) التي يمكن أن توفر تعليق ميكانيكي، بالإضافة إلى موصلية كهربائية لأداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100. قد يمتد خط النقل 106 وأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسي 100 داخل سلسلة أنابيب التغليف 108 إلى عمق مطلوب داخل حفرة البئر 110. قد تخرج وسيلة النقل 106، التي قد تتضمن واحدًا أو أكثر من الموصلات الكهربائية، من رأس البئر 112، قد تمر حول بكرة 114، قد تتعشق مع عداد مسافات116 odometer، وقد يتم لفها على مرفاع118 winch، قد يتم استخدامها لرفع وإنزال تجميعة الأداة في حفرة البئر 110. يمكن تخزين الإشارات المسجلة بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 على ذاكرة ومن ثم معالجتها بواسطة وحدة عرض وتخزين 120 بعد استعادة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 من حفرة البئر 110. على نحو بديل، قد يتم توصيل الإشارات المسجلة بواسطة أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 إلى وحدة العرض والتخزين 120 بواسطة وسيلة النقل 106. قد تُعالج وحدة العرض والتخزين 120 الإشارات، وقد يتم عرض المعلومات المتضمنة فيها لمُشغل للمراقبة والتخزين للمعالجة والرجوع إليها مستقبلاً. على نحوٍ بديل، يمكن معالجة الإشارات أسفل البئر قبل استقبالها بواسطة وحدة عرض وتخزين 120 أو معالجتها أسفل البئر وعلى السطح 122، على سبيل المثال، بواسطة وحدة عرض وتخزين 120. يمكن أيضًا أن تحتوي وحدة العرض والتخزين 120 على جهاز لإمداد إشارات تحكم وقدرة إلى أداة تسجيل الأداء

الكهرومغناطيسية 100. قد تمتد سلسلة أنابيب تغليف نمطية 108 من رأس البئر 112 عند مستوى الأرض أو أعلاه وصولاً إلى عمق مختار داخل حفرة البئر 110. قد تشتمل سلسلة أنابيب التغليف 108 على مجموعة من الوصلات 130 أو مقاطع سلسلة أنابيب التغليف 108، حيث يتم توصيل كل وصلة 130 بالمقاطع المجاورة بواسطة طوق 132. وقد يكون هناك أي عدد من الطبقات في سلسلة أنابيب التغليف 108. على سبيل المثال، تغليف أول 134 وتغليف ثانٍ 136. يجب ملاحظة إمكانية وجود أي عدد من طبقات التغليف.

يوضح الشكل 1 أيضًا سلسلة أنابيب نمطية 138، قد يتم وضعها داخل سلسلة أنابيب التغليف 108 الممتدة لجزء من المسافة أسفل حفرة البئر 110. يمكن أن تكون سلسلة الأنابيب 138 أنابيب إنتاج، سلسلة أنابيب، سلسلة أنابيب تغليف، أو أنبوب آخر موضوع داخل سلسلة أنابيب التغليف 108. يمكن أن تشتمل سلسلة الأنابيب 138 على أنابيب متحدة المركز. يجب إدراك إمكانية توصيل الأنابيب متحدة المركز بواسطة أطواق 132. يمكن تحديد أبعاد أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 بحيث يمكن إنزالها في حفرة البئر 110 خلال سلسلة أنابيب 138، وبالتالي يتم تجنب الصعوبة والنفقات المصاحبة لسحب سلسلة الأنابيب 138 خارج حفرة البئر 110.

في أنظمة تسجيل الأداء، مثل، على سبيل المثال، نظم تسجيل الأداء باستخدام أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100، قد يتم استخدام نظام قياس عن بُعد رقمي، حيث قد يتم استخدام دائرة كهربائية للإمداد بالقدرة إلى أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 ولنقل البيانات فيما بين وحدة العرض والتخزين 120 وأداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100. قد يتم توفير فلطية تيار مستمر إلى أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 بواسطة إمداد بالقدرة موضوع أعلى مستوى الأرض، وقد يتم إقران البيانات بموصل قدرة التيار المستمر بواسطة نظام نبضة تيار بنطاق أساسي. على نحو بديل، قد يتم تزويد أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 بالقدرة بواسطة بطاريات موضوعة داخل تجميعة الأداة أسفل البئر، و/أو قد يتم تخزين البيانات المتوفرة بواسطة أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 داخل تجميعة الأداة أسفل البئر، بدلاً من نقلها إلى السطح أثناء تسجيل الأداء (الكشف عن التآكل).

قد يتم استخدام أداة الكشف عن العيب 100 لاستثارة أجهزة الارسال 102. يمكن أن يرسل جهاز الإرسال 102 مجالات كهرومغناطيسية داخل تكوين جوفي 142. يمكن الإشارة إلى المجالات الكهرومغناطيسية التي يتم الحصول عليها من جهاز الإرسال 102 بمجال كهرومغناطيسي أولي. يمكن أن تنتج المجالات الكهرومغناطيسية الأولية تيارات دوامية في سلسلة أنابيب تغليف 108 وسلسلة أنابيب 138. تنتج التيارات الدوامية، بدورها، مجالات كهرومغناطيسية ثانوية يمكن استشعارها مع المجالات الكهرومغناطيسية الأولية بواسطة أجهزة الاستقبال 104. يمكن تحديد خصائص سلسلة أنابيب التغليف 108 وسلسلة الأنابيب 138، بما في ذلك تحديد سمات الأنابيب، بواسطة قياس المجالات الكهرومغناطيسية المذكورة ومعالجتها. يمكن أن تتضمن سمات الأنابيب، ولكن لا تقتصر على، سمك الأنبوب، موصلية الأنبوب، و/أو نفاذية الأنبوب.

على النحو الموضح، يمكن وضع أجهزة الاستقبال 104 على أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 على مسافات منتقاة (على سبيل المثال، مسافات محورية) بعيدًا عن أجهزة الإرسال 102. يمكن أن يتفاوت الفاصل المحوري لأجهزة الاستقبال 104 من أجهزة الإرسال 102، على سبيل المثال، من حوالي صفر بوصة (صفر سم) إلى حوالي 40 بوصة (101.6 سم) أو أكثر. ينبغي إدراك أن هيئة أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 الموضحة في الشكل 1 تعتبر توضيحية فحسب ويمكن استخدام هيئات أخرى لأداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 مع التقنيات الحالية. يمكن تحقيق مسافة قدرها صفر بوصة (صفر سم) من خلال تجميع الملفات مختلفة الأقطار. بينما يعرض الشكل 1 مصفوفة أجهزة الاستقبال 104 واحدة فقط، فيمكن أن توجد العديد من مصفوفات المستشعر حيث يمكن أن تتفاوت المسافة بين جهاز الإرسال 102 وأجهزة الاستقبال 104 في كل مصفوفة من مصفوفات المستشعر. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تتضمن أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 أكثر من جهاز إرسال 102 واحد أو أكثر أو أقل من ستة أجهزة استقبال 104. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون جهاز الإرسال 102 عبارة عن ملف يتم تنفيذه لإرسال مجال مغناطيسي بينما يتم أيضًا قياس المجالات الكهرومغناطيسية، في بعض الحالات. عند استخدام أجهزة استقبال 102 متعددة، تكون ذات تشغيل مضاعف أو زمن مضاعف. على سبيل المثال، يمكن أن يرسل جهاز إرسال 102 واحد، على سبيل المثال، إشارة متعددة الترددات أو إشارة عريضة النطاق. على الرغم من عدم توضيحه، يمكن أن تتضمن أداة

تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 جهاز إرسال 102 وجهاز استقبال 104 في صورة ملفات أو ملفات لولبية موضوعة على نحو متحد المحور داخل عنصر أنبوبي أسفل البئر (على سبيل المثال، سلسلة أنابيب التغليف 108) ويتم الفصل بينها بامتداد محور الأداة. على نحوٍ بديل، يمكن أن تتضمن أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 جهاز إرسال 102 وجهاز استقبال 104 في صورة ملفات أو ملفات لولبية موضوعة على نحو متحد المحور داخل عنصر أنبوبي أسفل البئر (على سبيل المثال، سلسلة أنابيب التغليف 108) ويتم تجميعها بامتداد محور الأداة.

يمكن التحكم في إرسال المجالات الكهرومغناطيسية بواسطة جهاز الإرسال 102 وتسجيل الإشارات بواسطة أجهزة الاستقبال 104 بواسطة وحدة عرض وتخزين 120، ويمكن أن تتضمن نظام معالجة معلومات 144. كما هو موضح، يمكن أن يكون نظام معالجة المعلومات 144 مكون لوحدة العرض والتخزين 120. على نحو بديل، يمكن أن يمثل نظام معالجة المعلومات 144 أحد مكونات أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100. يمكن أن يتضمن نظام معالجة المعلومات 144 أية أدوات أو مجموعة أدوات فعالة لحساب، تقدير، تصنيف، معالجة، إرسال، استقبال، استعادة، إصدار، تحويل، تخزين، عرض، إظهار، الكشف عن، تسجيل، إعادة إنتاج، تداول، أو استخدام أية صورة معلومات، ذكاء، أو بيانات لأغراض عملية، علمية، تحكم، أو غيرها. على سبيل المثال، يمكن أن يكون نظام معالجة المعلومات 144 كمبيوتر شخصي، جهاز تخزين شبكي، أو أي جهاز آخر مناسب ويمكن أن يختلف في حجمه، شكله، أدائه، وظيفته، وسعره. يمكن أن يتضمن نظام معالجة المعلومات 144 وحدة معالجة 146 (على سبيل المثال، معالج بيانات صغير الحجم، وحدة معالجة مركزية، وهكذا) التي يمكن أن تعالج بيانات السجل الكهرومغناطيسي بواسطة تنفيذ برنامج أو تعليمات تم الحصول عليها من وسائط قابلة للقراءة بكمبيوتر غير مؤقتة محلية 148 (على سبيل المثال، أقراص ضوئية، أقراص مغناطيسية). يمكن أن تخزن الوسائط غير المؤقتة القابلة للقراءة بكمبيوتر 148 برنامج أو تعليمات خاصة بالطرق الموصوفة هنا. يمكن أن تتضمن الوسائط القابلة للقراءة بالكمبيوتر غير المؤقتة 148 أية أدوات أو مجموعة أدوات قد تحتفظ بالبيانات و/أو التعليمات لفترة زمنية. يمكن أن تتضمن الوسائط القابلة للقراءة بالكمبيوتر غير المؤقتة 148، على سبيل المثال، وسائط تخزين مثل جهاز التخزين ذي الوصول المباشر (على سبيل المثال، محرك قرص صلب أو محرك قرص مرن)، جهاز تخزين ذي

وصول متعاقب (على سبيل المثال، محرك قرص شريطي)، قرص مضغوط، CD-ROM، DVD، RAM، ROM، ذاكرة للقراءة فقط قابلة للبرمجة وقابلة للمسح electrically erasable programmable read-only memory (EEPROM)، و/أو ذاكرة وميضية؛ وسائط اتصال مثل الأسلاك، الألياف الضوئية، الموجات الدقيقة، الموجات اللاسلكية، وغيرها من الحوامل الكهرومغناطيسية و/أو الضوئية الأخرى؛ و/أو أية توليفة مما سبق. يمكن أن يتضمن نظام معالجة المعلومات 144 كذلك جهاز (أجهزة) إدخال 150 (على سبيل المثال، لوحة مفاتيح، فأرة، لوحة تعمل باللمس، وهكذا) وجهاز (أجهزة) إخراج 152 (على سبيل المثال، شاشة، طابعة، وهكذا). يوفر جهاز (أجهزة) الإدخال 150 وجهاز (أجهزة) الإخراج 152 واجهة مستخدم بينية تساعد العامل على التفاعل مع أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 و/أو برنامج يتم تنفيذه على وحدة المعالجة 146. على سبيل المثال، يمكن أن يساعد نظام معالجة المعلومات 144 العامل على اختيار خيارات التحليل، رؤية بيانات السجل المجمعة، رؤية نتائج التحليل، و/أو إجراء مهام أخرى.

يمكن أن تستخدم أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 أية تقنية كهرومغناطيسية مناسبة تعتمد على التيار الدوامي Eddy current ("EC") لفحص الأنابيب متحدة المركز (على سبيل المثال، سلسلة أنابيب التغليف 108 وسلسلة الأنابيب 138). قد تكون تقنيات EC مناسبة تحديدًا لتحديد خصائص ترتيب متعدد سلاسل الأنابيب والذي تُستَخدم فيه أنابيب متحدة المركز. يمكن أن تتضمن تقنيات EC، ولكن لا تقتصر على، تقنيات EC في نطاق التردد وتقنيات EC في نطاق الزمن.

بالنسبة لتقنيات EC في نطاق التردد، يمكن تغذية جهاز الإرسال 102 الخاص بأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 بواسطة إشارة جيبية مستمرة، لإنتاج مجالات مغناطيسية أولية تضيء الأنابيب متحدة المركز (على سبيل المثال، سلسلة أنابيب تغليف 108 وسلسلة أنابيب 138). تُنتِج المجالات الكهرومغناطيسية الأولية التيارات الدوامية في الأنابيب متحدة المركز. تنتج التيارات الدوامية، بدورها، مجالات كهرومغناطيسية ثانوية يمكن استشعارها مع المجالات الكهرومغناطيسية الأولية بواسطة أجهزة الاستقبال 104. يمكن تحديد خصائص الأنابيب متحدة المركز بواسطة قياس ومعالجة هذه المجالات الكهرومغناطيسية.

بالنسبة لتقنيات EC في نطاق الزمن، المشار إليها أيضًا بـ EC نبضي "PEC") pulsed EC")، قد تتم تغذية جهاز الإرسال 102 بواسطة نبضة. قد يتم إنتاج المجالات الكهرومغناطيسية الأولية العابرة بسبب انتقال النبضة من حالة "الإيقاف" إلى "التشغيل" أو من حالة "التشغيل" إلى "إيقاف التشغيل" (الأكثر شيوعًا). تُنتِج المجالات الكهرومغناطيسية العابرة المذكورة تيارات دوامية في الأنابيب متحدة المركز (على سبيل المثال، سلسلة أنابيب التغليف 108 وسلسلة الأنابيب 138). تُنتج التيارات الدوامية، بدورها، مجالات كهرومغناطيسية ثانوية يمكن قياسها بواسطة أجهزة استقبال 104 موضوعة على مسافة ما على أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 من جهاز الإرسال 102، مثلما هو موضح في الشكل 1. على نحو بديل، يمكن قياس المجالات الكهرومغناطيسية الثانوية بواسطة جهاز استقبال موضوع بشكل مشترك (غير موضح) أو جهاز الإرسال 102 نفسه.

يجب إدراك أنه في حين توضيح سلسلة أنابيب التغليف 108 في صورة سلسلة أنابيب تغليف واحدة، فيمكن أن توجد العديد من طبقات الأنابيب متحدة المركز الموضوعة في قسم حفرة البئر 110 المشتمل على سلسلة أنابيب التغليف 108. يمكن الحصول على بيانات السجل الكهرومغناطيسي في اثنين أو أكثر من أقسام حفرة البئر 110 المشتملة على العديد من طبقات الأنابيب متحدة المركز. على سبيل المثال، يمكن أن تأخذ أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 قياسًا أول لسلسلة أنابيب 138 تشتمل على أي عدد مناسب من الوصلات 130 المتصلة بواسطة الأطواق 132. يمكن أخذ القياسات في النطاق الزمني و/أو نطاق التردد. يمكن أن تأخذ أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 قياسًا ثانيًا في سلسلة أنابيب تغليف 108 خاصة بالتغليف الأول 134، حيث يشتمل التغليف الأول 134 على أي عدد مناسب من الأنابيب المتصلة بواسطة الأطواق 132. يمكن أخذ القياسات في النطاق الزمني و/أو نطاق التردد. يمكن تكرار هذه القياسات لأي عدد من الأوقات وللتغليف الثاني 136 و/أو أي طبقات إضافية من سلسلة أنابيب التغليف 108. في هذا الكشف، ومثلما ستتم مناقشته أدناه، يمكن استخدام الطرق لتحديد موقع أي عدد من الأطواق 132 في سلسلة أنابيب التغليف 108 و/أو سلسلة الأنابيب 138. يمكن أن يسمح تحديد موقع الأطواق 132 في نطاق التردد و/أو النطاق الزمني بمعالجة

البيانات المسجلة بدقة لتحديد خواص سلسلة أنابيب التغليف 108 و/أو سلسلة أنابيب 138 مثل التآكل. مثلما تم ذكره أعلاه، يمكن أخذ قياسات في نطاق التردد و/أو النطاق الزمني.

في EC عند نطاق التردد، يمكن ضبط تردد الاستثارة بحيث تكون الانعكاسات المتعددة في جدار الأنبوب (على سبيل المثال، سلسلة أنابيب التغليف 108 أو سلسلة الأنابيب 138) غير مؤثرة وتكون المسافة بين أجهزة الإرسال 102 و/أو جهاز الاستقبال 104 كبيرة بما يكفي بحيث يكون الإسهام في المعاوقة التبادلية من نمط الدليل الموجي السائد (ولكنه سريع الزوال) صغيرًا مقارنة بالإسهام في المعاوقة التبادلية من مكوّن نقطة التفرع، قد تتم ملاحظة تأثير التيار الدوامي للمجال البعيد (RFEC remote-field eddy current). في نظام RFEC، تكون المعاوقة التبادلية بين ملف جهاز الإرسال 102 وملف أحد أجهزة الاستقبال 104، حساسة تجاه سمك جدار الأنبوب. ليكون الأمر محددًا بصورة أكبر، يختلف طور المعاوقة في صورة:

(1)

وتُظهر سعة المعاوقة التبعية:

(2)

حيث ω تمثل التردد الزاوي الخاص بمصدر الاستثارة، μ تمثل القابلية للإنفاذ المغناطيسية الخاصة بالأنبوب، σ تمثل الموصلية الكهربائية للأنبوب، وt تمثل سُمك الأنبوب. عن طريق استخدام التعريف الشائع لعمق السطح للمعادن مثل:

(3)

يتفاوت طور المعاوقة في صورة:

(4)

وتُظهر سعة المعاوقة التبعية:

(5)

في RFEC، قد يكون الكم المقدر هو إجمالي سُمك المعدن. وبالتالي، بالنسبة للأنابيب المتعددة متحدة المركز، قد يمثل المتغير المقدر إجمالي أو مجموع قيم السُمك الخاصة بالأنابيب. قد يتم استخدام التغيير شبه الخطي الخاص بطور المعاوقة المتبادلة مع إجمالي سُمك المعدن لتنفيذ عملية تقدير سريع لتقدير إجمالي سُمك الأنابيب المتعددة متحدة المركز. لهذا الغرض، لأية مجموعة متوفرة من أبعاد الأنابيب، خصائص المادة، وشكل الأداة، قد يتم تكوين هذا التغيير الخطي سريعًا ويمكن استخدامه لتقدير إجمالي سُمك الأنابيب متحدة المركز.

يوضح الشكل 2 مثالاً يمكن فيه وضع أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 (بالإشارة إلى الشكل 1) في نظام حفر 200. مثلما هو موضح، يمكن أن تمتد حفرة البئر 110 (بالإشارة إلى الشكل 1) من رأس بئر 202 إلى تكوين جوفي 204 من السطح 122 (بالإشارة إلى الشكل 1). بوجهٍ عام، يمكن أن تتضمن حفرة البئر 110 أنواع أفقية، رأسية، مائلة، مجوفة، وغيرها من أنواع الأشكال الهندسية واتجاهات حفرة البئر. يمكن أن تكون حفرة البئر 110 مغلفة أو غير مغلفة. في الأمثلة، يمكن أن تشتمل حفرة البئر 110 على مادة معدنية. على سبيل المثال، يمكن أن يكون العضو المعدني عبارة عن تغليف، بطانة، أنبوب، أو عنصر أنبوبي آخر مطول من الصلب موضوع في حفرة البئر 110.

مثلما هو موضح، يمكن أن تمتد حفرة بئر 110 خلال التكوين الجوفي 204. مثلما يتضح في الشكل 2، يمكن أن يمتد حفرة البئر 110 بوجهٍ عام رأسيًا في التكوين الجوفي 204، ومع ذلك، يمكن أن تمتد حفرة البئر 110 على زاوية عبر التكوين الجوفي 204، مثل حُفر البئر الأفقية والمائلة. على سبيل المثال، على الرغم من أن الشكل 2 يوضح بئر بزاوية ميل رأسية أو منخفضة، فيمكن أيضًا استخدام طريقة وضع البئر والمعدات بزاوية ميل مرتفعة أو وضعها أفقيًا. يجب أيضًا إدراك أنه بينما يصور الشكل 2 يوضح بصفة عامة عملية أرضية، قد أصحاب المهارة في المجال أن المبادئ الموصوفة هنا تكون قابلة للتطبيق بشكل متساوي على عمليات تحت سطح البحر تستخدم منصات أو تجهيزات حفر عائمة أو بحرية، بدون الابتعاد عن مجال الكشف.

مثلما هو موضح، يمكن أن تحمل منصة حفر 206 drilling platform برج حفر 208 derrick به كتلة متحركة 210 traveling block تقوم برفع وإنزال سلسلة أنابيب الحفر 212. يمكن أن تتضمن سلسلة أنابيب الحفر 212، ولكن لا تقتصر على، أنبوب حفر وأنابيب ملتفة، مثلما هو

معروف بوجهٍ عام لأصحاب المهارة في المجال. يمكن أن يحمل جذع الحفر 214 kelly سلسلة أنابيب الحفر 212 عند إنزالها عبر منضدة دوارة 216. يمكن ربط لقمة حفر 218 drill bit بالطرف البعيد من سلسلة أنابيب الحفر 212 ويمكن تشغيلها إما بمحرك أسفل بئر و/أو عبر دوران سلسلة أنابيب الحفر 212 من السطح 122. دون حصر، يمكن أن تتضمن لقمة الحفر 218، لقمة مخروطية أسطوانية، لقم PDC، لقم من الألماس الطبيعي، وأي موسعات بئر، موسعات ثقوب، لقم اللب الصخري، وما شابه. عندما تدور اللقمة 218، يمكنها أن تنشئ وتطيل حفرة بئر 110 تخترق العديد من التكوينات الجوفية 204. يمكن أن تقوم مضخة 220 بتدوير مائع حفر عبر أنبوب تغذية 222 إلى جذع حفر 214، أسفل البئر عبر الجزء الداخلي لسلسلة أنابيب الحفر 212 عبر الفوهات الموجودة في لقمة الحفر 218، وإعادته إلى السطح 122 عبر الحيز الحلقي 224 annulus حول سلسلة أنابيب الحفر 212، وداخل حفرة احتجاز retention pit 226.

مع مواصلة الإشارة إلى الشكل 2، يمكن أن تبدأ سلسلة أنابيب الحفر 212 عند رأس البئر 202 ويمكن أن تستعرض حفرة البئر 110 (بالإشارة إلى الشكل 1). يمكن ربط لقمة حفر 218 بطرف بعيد من سلسلة أنابيب الحفر 212 ويمكن تشغيلها، على سبيل المثال، إما بمحرك أسفل بئر و/أو عبر دوران سلسلة أنابيب الحفر 212 من السطح 122 (بالإشارة إلى الشكل 1). يمكن أن تشكل لقمة الحفر 218 جزءًا من تجميعة قاع البئر 228 عند الطرف البعيد لسلسلة أنابيب الحفر 212. يمكن أن تشتمل تجميعة قاع البئر 228 أيضًا على أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 (بالإشارة إلى الشكل 1). يمكن وضع أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 على السطح الخارجي و/أو داخل تجميعة قاع البئر 228. يمكن أن تشتمل أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية 100 على مجموعة من أجهزة الإرسال 102 و/أو أجهزة الاستقبال 104 (بالإشارة إلى الشكل 1). يمكن أن تعمل أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 و/أو مجموعة أجهزة الإرسال 102 و/أو أجهزة الاستقبال 104 و/أو تؤدي وظيفتها مثلما هو موصوف أعلاه. مثلما سيدركه أصحاب المهارة العادية في المجال، يمكن أن تكون تجميعة قاع البئر 228 نظام قياس أثناء الحفر measurement-while drilling (MWD) أو تسجيل أداء أثناء الحفر logging-while-drilling (LWD).

ويمكن، على غير سبيل الحصر، توصيل تجميعة قاع البئر 228 bottom hole assembly، جهاز الإرسال 102، و/أو جهاز الاستقبال 104 بنظام معالجة المعلومات 144 و/أو التحكم فيها من خلاله، والذي يمكن وضعه على السطح 122 (بالإشارة إلى الشكل 1). ويمكن وضع نظام معالجة المعلومات 144، على غير سبيل الحصر، أسفل البئر في تجميعة قاع البئر 228. يمكن أن تتم معالجة المعلومات المسجلة أسفل البئر و/أو على السطح 122. يمكن إرسال المعالجة التي تحدث أسفل البئر إلى السطح 122 لكي يتم تسجيلها، ملاحظتها، و/أو تحليلها. على نحوٍ إضافي، يمكن تخزين المعلومات المسجلة على نظام معالجة المعلومات 144 والذي قد يوجد أسفل البئر حتى رفع تجميعة قاع البئر 228 إلى السطح 122. في الأمثلة، يمكن أن يتصل نظام معالجة المعلومات 144 بتجميعة قاع البئر 228 عبر خط اتصال (غير موضح) موضوع في (أو على) سلسلة أنابيب الحفر 212. في الأمثلة، يمكن استخدام الاتصال اللاسلكي لإرسال المعلومات من وإلى نظام معالجة المعلومات 144 وتجميعة قاع البئر 228. يمكن أن يرسل نظام معالجة المعلومات 144 المعلومات إلى تجميعة قاع البئر 228 ويمكن أن يستقبل ويعالج المعلومات المسجلة بواسطة تجميعة قاع البئر 228. في الأمثلة، قد يتضمن نظام معالجة المعلومات أسفل البئر (غير الموضح)، ولكن لا يقتصر على، معالجًا دقيقًا أو مجموعة دوائر مناسبة أخرى، لتقدير، استقبال ومعالجة الإشارات من تجميعة قاع البئر 228. يمكن أن يتضمن نظام معالجة المعلومات أسفل البئر (غير الموضح) كذلك مكونات إضافية، مثل ذاكرة، وسائل إدخال/إخراج، واجهات بينية، وما شابه. في الأمثلة، بينما لا يتم توضيحه، قد تتضمن تجميعة قاع البئر 228 واحدًا أو أكثر من المكونات الإضافية، مثل محول إشارة تناظرية إلى رقمية، مرشح ومكبر، من بين مكونات أخرى، والتي قد يتم استخدامها لمعالجة قياسات تجميعة قاع البئر 228 قبل إرسالها إلى السطح 122. على نحوٍ بديل، يمكن إرسال القياسات الأولية من تجميعة قاع البئر 228 إلى السطح 122.

يمكن استخدام أية تقنية مناسبة لإرسال الإشارات من تجميعة قاع البئر 228 إلى السطح 122، بما في ذلك، ولكن على غير سبيل الحصر، القياس عن بُعد بالأنابيب السلكية، القياس عن بُعد بنبض الطين، القياس الصوتي عن بُعد، والقياس الكهرومغناطيسي عن بُعد. قد تتضمن تجميعة قاع البئر 228 تجميعة فرعية للقياس عن بُعد والتي قد ترسل بيانات القياس عن بُعد إلى السطح

122، بينما لم يتم توضيح ذلك. على غير سبيل الحصر، يمكن أن يعمل مصدر كهرومغناطيسي في تجميعة القياس عن بُعد الفرعية على توليد نبضات ضغط في مائع الحفر والتي تنتشر بطول تيار المائع إلى السطح 122. على السطح 122، يمكن أن تُحوِّل محولات الضغط (غير الموضحة) إشارة الضغط إلى إشارات كهربائية لمحول رقمي (غير موضح). يمكن أن يمد المحول الرقمي صورة رقمية لإشارات القياس عن بُعد إلى نظام معالجة المعلومات 144 عبر وصلة اتصال 230، والتي يمكن أن تكون وصلة سلكية أو لاسلكية. يمكن تحليل بيانات القياس عن بُعد ومعالجتها بواسطة نظام معالجة المعلومات 144.

مثلما هو موضح، يمكن توفير وصلة اتصال 230 (والتي قد تكون سلكية أو لاسلكية، على سبيل المثال) والتي قد ترسل البيانات من تجميعة قاع البئر 228 إلى نظام معالجة معلومات 144 على السطح 122. يمكن أن يتضمن نظام معالجة المعلومات 144 وحدة معالجة 146 (بالإشارة إلى الشكل 1)، أجهزة إخراج 152 (بالإشارة إلى الشكل 1)، جهاز إدخال 150 (على سبيل المثال، لوحة مفاتيح، فأرة، وهكذا) (بالإشارة إلى الشكل 1)، و/أو وسائط قابلة للقراءة بالكمبيوتر غير مؤقتة 148 (على سبيل المثال، أقراص ضوئية، أقراص مغناطيسية) (بالإشارة إلى الشكل 1) يمكنها تخزين كود يُمثل الطرق الموصوفة هنا. بالإضافة إلى أو بدلاً من المعالجة على السطح 122، يمكن أن تتم المعالجة أسفل البئر.

يمكن أن تشتمل تجميعة قاع البئر 228 على جهاز إرسال 102 و/أو جهاز استقبال 104 (بالإشارة إلى الشكل 1). في الأمثلة، يمكن أن تعمل تجميعة قاع البئر 228 بمعدات إضافية (غير موضحة) على السطح 122 و/أو يتم وضعها في نظام قياس بئر منفصل (غير موضح) لتسجيل القياسات و/أو القيم من التكوين الجوفي 204. أثناء العمليات، يمكن أن يبث جهاز الإرسال 102 إشارة من تجميعة قاع البئر 228. يمكن توصيل جهاز الإرسال 102 بنظام معالجة معلومات 144، والذي قد يتحكم أيضًا في تشغيل جهاز الإرسال 102. على نحوٍ إضافي، يمكن أن يقيس جهاز الاستقبال 104 و/أو يسجل الإشارات التي تم بثها من جهاز الإرسال 102. يمكن أن ينقل جهاز الاستقبال 104 المعلومات المسجلة إلى نظام معالجة المعلومات 144. يمكن أن يتحكم نظام معالجة المعلومات 144 في تشغيل جهاز الاستقبال 104. على سبيل المثال، يمكن أن تنعكس الإشارة التي تم بثها من جهاز الإرسال 102 بواسطة سلسلة أنابيب التغليف 108 (أي

التغليف الأول 134، التغليف الثاني 136، و/أو أي عدد من التغليفات الإضافية)، سلسلة أنابيب 138، و/أو التكوين الجوفي 204. ويجب ملاحظة أن التغليف الأول 134 والتغليف الثاني 136 يشتمل على وصلات 130، والتي يمكن توصيلها بواسطة الأطواق 132. (بالإشارة إلى الشكل 1). يمكن تسجيل الإشارة المنعكسة بواسطة جهاز الاستقبال 104. يمكن نقل الإشارة المسجلة إلى نظام معالجة المعلومات 144 لإخضاعها لمزيدٍ من المعالجة. في الأمثلة، يمكن أن يوجد أي عدد مناسب من أجهزة الإرسال 102 و/أو أجهزة الاستقبال 104، والتي يمكن التحكم فيها بواسطة نظام معالجة المعلومات 144. يمكن معالجة المعلومات و/أو القياسات بدرجة أكبر بواسطة نظام معالجة المعلومات 144 لتحديد خواص حفرة البئر 110، سلسلة أنابيب التغليف 108، سلسلة الأنابيب 138، أطواق 132 (بالإشارة إلى الشكل 1)، الموائع، و/أو التكوين الجوفي 204.

مثلما تم ذكره أعلاه، يمكن استخدام الطرق لتحديد موقع الأطواق 132 (بالإشارة إلى الشكل 1). يوضح الشكل 3 أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 الموضوعة في سلسلة أنابيب 138 وسلسلة أنابيب التغليف 108، حيث تشتمل سلسلة أنابيب التغليف 108 على تغليف أول 134 وتغليف ثانٍ 136. (بالإشارة إلى الشكل 1). يربط الشكل 3 موضع الأطواق 132 بسجل كهرومغناطيسي 300. علاوةً على ذلك، يوضح السجل الكهرومغناطيسي 300 استجابة كهرومغناطيسية 302 والتي قد تشير إلى موقع الطوق 132. وغالبًا ما تكون الأطواق 132 قطاعًا أنبوبيًا تتم لولبته داخليًا ويتم استخدامه لتوصيل الوصلة 130 بوصلة مجاورة 130. في الأمثلة، يمكن تحقيق الإقران بين كل وصلة 130 بواسطة تعشيق أسنان اللولب الموضوعة على الوصلات الفردية 130، وفي هذه الحالة يمكن أن تكون كمية المعدن الإضافي المرتبطة بالطوق 132 صغيرة نسبيًا. وهكذا، يكون الأنبوب متحد المركز بسُمك أكبر عند كل طوق 132، مما يؤدي إلى استجابات أكبر مسجلة بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 وعرضها في سجل كهرومغناطيسي 300. توضح الاستجابة الكهرومغناطيسية 304 الاستجابة المسجلة من سلسلة الأنابيب 138. توضح الاستجابة الكهرومغناطيسية 306 الاستجابة المسجلة من التغليف الأول 134. توضح الاستجابة الكهرومغناطيسية 308 الاستجابة المسجلة من التغليف الثاني 136. يمكن الجمع بين الاستجابات الكهرومغناطيسية 304، 306، و308 في سجل

كهرومغناطيسي 300، مما ينتج عنه تحليل تفصيلي لموقع الأطواق 132 داخل حفرة البئر 110. (بالإشارة إلى الشكل 1).

يمكن المساعدة في الكشف عن الأطواق 132 عن طريق الدورية التقريبية التي قد تشتمل عليها الإشارات المرتبطة بالأطواق 132، بما أنه في العديد من الحالات يمكن أن تتشابه أطوال الوصلات 130 بالنسبة لقطر ما لأنبوب متحد المركز. في الأمثلة، قد لا تكون أطوال الوصلات 130 دورية بصورة تامة ولكنها تقترب من الدورية، مثلما يتضح في الشكل 3، مما يحافظ على الوقت أثناء التفسير، عن طريق توفير تقديرات لموضع الأطواق 132. عندما يحتوي الأنبوب متحد المركز على وصلات 130 متنوعة الأطوال، فقد تكون هناك حاجة لطريقة يتم استخدامها في الحالات غير الدورية. يمكن أن تشتمل هذه الطريقة على معالجة القياسات الصادرة من أدوات تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 (بالإشارة إلى الشكل 1).

يمكن أن تكون أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 (بالإشارة إلى الشكل 1) عبارة عن أداة إلكترونية لقياس معدلات الدقة أو أداة نطاق تردد الموجة المستمرة. وعادةً ما تشتمل عمليات نطاق التردد والنطاق الزمني على عدة قنوات لتسجيل القياسات. في النطاق الزمني، قد توجد العديد من القنوات الزمنية المختلفة المستخدمة. في نطاق التردد، قد توجد العديد من الترددات المختلفة المستخدمة. وهكذا، يمكن تفسير القياسات المأخوذة بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 في نطاق التردد أو النطاق الزمني بواسطة طرق مختلفة.

على سبيل المثال، يمكن معالجة البيانات باستخدام نظرية التيار الدوامي للمجال البعيد (RFEC) والتي تستخدم علاقة خطية بين إجمالي السُمك وطور المجال الكهرومغناطيسي الذي تم الكشف عنه على مسافة كافية داخل نظام RFEC. يمكن أيضًا معالجة البيانات الصادرة من القنوات العديدة بعكس رقمي لاستخلاص سُمك الأنابيب الفردية متحدة المركز في سلسلة أنابيب تغليف 108 و/أو سلسلة أنابيب 138. في الأمثلة، يمكن أن يؤدي تحديد موقع الأطواق 132 في سلسلة أنابيب التغليف 108 و/أو سلسلة الأنابيب 138 إلى تسهيل تقييم معدلات سُمك الأنابيب متحدة المركز في سلسلة أنابيب التغليف 108 و/أو سلسلة الأنابيب 138. لتحديد موقع الأطواق 132، يمكن استخدام المعلومات السابقة المتوفرة حول الشكل الهندسي للطوق 132 أو دلالة إشارة الطوق

132 من السجلات المقاسة بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 (بالإشارة إلى الشكل 1).

ويمكن استخدام المعلومات السابقة حول الشكل الهندسي للطوق 132 في تحديد موقع الطوق 132. ويمكن أن يتنوع الشكل الهندسي للأطواق 132 وتعتمد الإشارة التي تنتجها الأطواق 132 على كمية المعدن الإضافي التي قد تضيفها الأطواق 132 إلى الأنابيب متحدة المركز. يوضح الشكلان 4أ و4ب الأشكال الهندسية للأطواق 132. ومثلما يتضح في الشكل 4أ، تمت إضافة كميات صغير نسبيًا من المعدن. في الشكل 4ب، تمت إضافة كميات كبيرة من المعدن.

يمكن تعقيد تحديد الأطواق 132، حيث قد لا تكون الوصلات 130 (بالإشارة إلى الشكل 1) بالنسبة لأنبوب معين متحد المركز دورية بصورة تامة. عندما تكون الوصلات 130 دورية أو تقترب من الدورية، فيمكن استخدام طريقة لتحديد موقع الأطواق 132 بالإشارة إلى الشكل 3.

على سبيل المثال، يمكن أن تعتمد طريقة ما على نمذجة الأطواق 132 لكل أنبوب من الأنابيب متحدة المركز مختلفة القطر والدلالات التي قد تحثها الأطواق 132 في عدة استجابات لأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 (بالإشارة إلى الشكل 1). علاوةً على ذلك، يمكن استخدام الإشارات المقاسة للطوق 132، والتي يمكن تحديدها في بعض الحالات. قد تساعد هذه الطريقة في ربط دلالات الطوق الخاصة بالطوق 132 بسجلات تلك القنوات التي قد تكون حساسة تحديدًا للطوق 132 عند أنبوب بقطر معين وفي موضع معين داخل سلسلة أنابيب التغليف 108 و/أو سلسلة الأنابيب 138. في الأمثلة، يمكن أن يعمل ربط دلالات الطوق على تقييم التشابه بين دلالة الطوق 132 والسجل كدالة على الموضع. يمكن استخدام وظائف مثل التغاير وعدم التطابق أثناء علاقة الربط. يمكن استخدام أكثر من قناة واحدة في تقييم علاقة الربط. على سبيل المثال، يمكن أن تنتج كل قناة دلالة للطوق 132. يمكن أن تشير النقاط مرتفعة الترابط إلى وجود طوق 132 في ذلك الموضع (مثلما يتضح في الشكل 3). يمكن أتمتة هذه الطريقة بسهولة من خلال البحث عن علاقات الترابط آليًا وتحقيق قيمة حدية، بحيث عندما ترتفع علاقة الترابط عن القيمة الحدية، يمكن تحديد موقع الطوق 132. يمكن إجراء البحث عن علاقات الترابط بدلالات الأطواق 132 في سلسلة أنابيب التغليف 108 و/أو سلسلة الأنابيب 138. على سبيل المثال، يمكن أن ترتبط دلالة الأطواق 132 في التغليف الثاني 136 (بالإشارة إلى الشكل 1) بدلالات أخرى للأطواق

132 في التغليف الثاني 136 ومن قيم الترابط المرتفعة تلك، يمكن تحديد وجود الأطواق 132 في التغليف الثاني 136. يمكن تكرار هذا للتغليف الأول 134، سلسلة الأنابيب 138، و/أو أي عدد من طبقات التغليف الإضافية في سلسلة أنابيب التغليف 108.

يعرض الشكل 5 مثالاً على تحديد الأطواق 132، حيث يمكن أن يتضح أن الأطواق 132 في سلسلة الأنابيب 138، التغليف الأول 134، و/أو التغليف الثاني 136 (بالإشارة إلى الشكل 1) لها تأثير مختلف على القنوات المختلفة لأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 في نطاق التردد. إن المنحنيات الموضحة في الشكل 5 هي منحنيات غير معالجة، مشار إليها بالمنحنيات الأولية لأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100. يمكن أن تكون المنحنيات الموضحة في الشكل 6، منحنيات عند معالجتها بمخطط عكس يستخدم نمذجة أمامية نصف قطرية أحادية القطر لاكتشاف معدلات سُمك سلسلة الأنابيب 138، التغليف الأول 134، و/أو التغليف الثاني 136.

يمكن أن تشتمل الطريقة التي تم الكشف عنها لاكتشاف الأطواق 132 على قياس الترابط بين عدد منتقى لاستجابات القناة الخاصة بأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100 ودلالات الطوق 132 من بيانات محاكاة أو بيانات مقاسة لنفس القنوات. يعني ذلك أنه من خلال تقييم الترابط بين السجل المقاس والاستجابة المحاكاة و/أو المقاسة، يمكن اكتشاف المواضع المحتملة للأطواق 132. (بالإشارة إلى الشكل 1).

في الشكل 7، يتم عرض منحنيات أولية مقاسة في نطاق التردد بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100. التشابه بين دلالات الأطواق 132 في المحاكاة والمنحنيات الأولية المقاسة بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100. يتم عرض ثلاث عمليات تحديد محتملة للطوق 132 في سلسلة الأنابيب 138، التغليف الأول 134، و/أو التغليف الثاني 136 من قياسات جهاز الاستقبال 104 من أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100. (بالإشارة إلى الشكل 1).

في الشكل 8أ، يتم توضيح تقييم الترابط بين السجل والاستجابة المنمذجة في إحدى القنوات. يوضح الشكل 8أ الترابط بين السجل والاستجابة المحاكاة للطوق 132 على سلسلة أنابيب 138

لنفس القناة. يوضح الشكل 8ب استجابة القناة. يعرض الترابط الموضح في الشكل 8أ الحدود القصوى في موضع الطوق 132، وسلسلة الأنابيب 138. (بالإشارة إلى الشكل 1).

من تحديد الحدود القصوى لعلاقات الترابط، يمكن اكتشاف موضع الأطواق 132. يمكن أن تمتد الطريقة لتصل إلى علاقة الترابط بين عدة قنوات. على سبيل المثال، في المعادلة 6، أدناه، يمكن الجمع بين علاقات الترابط بين استجابات الطوق المحاكاة والإشارات الأولية لإنتاج تقدير لموضع الأطواق 132.

الموضع المقدر للأطواق = {x، بحيث يكون C(x) هو الحد الأقصى} (6)

حيث يساوي عدد الحدود القصوى المنتقاة عدد الأطواق 132 الموجودة. في الأمثلة، عند استخدام عدة قنوات من أجهزة استقبال مختلفة 104، والتي يمكن وضعها على مسافة نسبية مختلفة بالنسبة لجهاز الإرسال 102، فيمكن أن تتبع دلالات الطوق 132 في قنوات مختلفة نمطًا مكانيًا محددًا. يمكن أن يعتمد النمط على سرعة تسجيل الأداء، والتي قد تنتج بسبب التسلسل الزمني للظهور، حيث يمكن تحديد دلالة الطوق 132 على قنوات مختلفة. يمكن أن يكون هناك مستوى توافق بين دلالات الطوق 132 عند قنوات مختلفة.

يمكن اختيار القيم آليًا و/أو يتم اختيارها واستعراضها بواسطة المتخصص القائم بالمعالج. يمكن تنفيذ عملية الاختيار الآلي من خلال تحديد قيمة حدية لعلاقة الترابط، ويشير خرق تلك القيمة إلى وجود الطوق 132. يمكن ضبط القيمة الحدية ببيانات ميدانية حقيقية لتحديد موقع الطوق 132.

يمكن تعميم الطريقة باستخدام عدة قنوات واكتشاف موضع الأطواق 132 من خلال الجمع بين تقديرات عدة قنوات. قد توجد طرق مختلفة للجمع بين خرج القنوات العديدة. يمكن أن يتمثل أحد الاحتمالات في ضرب جميع علاقات الترابط الموجودة للقنوات المختلفة (الجمع بين نتائج علاقات الترابط، والتي تتشابه كلٌ منها مع تلك المعروضة في الجزء السفلي من الشكل 8ب). بوجهٍ عام، يمكن أن تكون توليفة علاقات الترابط للقنوات المختلفة دالة على علاقات الترابط ويمكن أن تكون مواضع الأطواق 132 التي تم اكتشافها بسبب تلك العلاقات هي الحدود القصوى لتلك الدالة.

الموضع المقدر للأطواق = {{x، بحيث {(cN(x)) ,…, c2(x), F(c1(x), Max } (7

في التعبير الوارد أعلاه، تمثل كل ci منحنى الترابط الذي تم الحصول عليه من كل قناة (مكافئة للمنحنى الموضح في الجزء السفلي من الشكل 8ب).

يمكن تطبيق الطريقة، مثلما تم الكشف عنه هنا، على القياسات الأولية (القياسات غير المعالجة)، لأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية 100، لتحديد علاقات الترابط بين دلالات الأطواق 132 واستجابات القناة الأولية. يمكن تطبيق نفس الطريقة أيضًا على النتائج المعالجة من خلال معالجة الاستجابات التخليقية للأطواق 132 ومقارنتها بالسجل المعالج. يمكن أن تتماثل الطريقة مع تلك الموصوفة هنا، باستثناء أنه في حالة النتائج المعالجة، قد توجد منحنيات أقل نظرًا لأن النتائج المعالجة توفر تقديرات لسُمك الطبقات المختلفة، وبالتالي قد يتساوى عدد المنحنيات المراد ربطها مع عدد الأنابيب المختلفة متحدة المركز التي قد توجد. على سبيل المثال، بالنسبة للطوق 132 في سلسلة الأنابيب 138، فيمكن أن تنتج المنحنيات المعالجة سُمكًا لكل وصلة 130. (بالإشارة إلى الشكل 1). معدلات السُمك تلك التي يمكن ربطها بمعدلات السُمك التي يمكن الحصول عليها من معالجة الاستجابة التخليقية لوجود الطوق 132. يمكن أن تكون علاقة الترابط بين الأنابيب المتكافئة، أي يمكن مقارنة نتائج السُمك لسلسلة الأنابيب 138 في المحاكاة بنتائج سُمك سلسلة الأنابيب 138، التغليف الأول 134، والتغليف الثاني 136. وهكذا، قد يوجد عدد من منحنيات الترابط مساويًا للعدد الأنابيب متحدة المركز في الاختبار. يمكن الجمع بين علاقات الترابط تلك مثلما يتضح في المعادلة (6) والمعادلة (7)، للحصول على تقديرات لموضع الأطواق 132.

يمكن أتمتة الطرق الموصوفة أعلاه، حيث قد تعتمد على تقديرات علاقات الترابط ومواضع تحديد الطوق 132 من خلال تقييم ما إذا كانت قيمة علاقة الترابط أعلى و/أو أقل من قيمة حدية معينة. يمكن أتمتة هاتين العمليتين بسهولة. ويمكن العثور على خوارزم آلي لاكتشاف موقع الأطواق 132 عبر عملية أتمتة 900 موضحة في الشكل 9.

يمكن أن تبدأ عملية الأتمتة 900 بتحديد استجابات الطوق 902. يمكن أن يتخذ التحديد صورة النمذجة من الشكل الهندسي للطوق أو تحديد الأطواق من القياسات الأولية. يمكن أن تشتمل

صورة النمذجة من الشكل الهندسي للطوق على محاكاة رقمية للشكل الهندسي للطوق. بعد تحديد استجابات الطوق 902، يمكن أن يختار القائم بالتشغيل بعد ذلك استجابات القناة 904، وهو أمر يمكن إجراؤه آليًا من خلال تحديد القنوات التي قد تكون حساسة لطبقة معينة من الأنبوب متحد المركز. يمكن أن ينتج هذا سجلاً خاصًا للاستجابات الصادرة من الطبقة المنتقاة للأنبوب متحد المركز. يمكن ربط عدد استجابات قناة القياس باستجابات الطوق التي تم العثور عليها في أنبوب معين متحد المركز (مشار إليه بـ i). بعد اختيار استجابات القنوات 904، يمكن إرسال النتائج لتقييم دالة الترابط 906. في هذه الخطوة، يتم تقييم النتائج بين الاستجابات الأولية من القنوات المنتقاة واستجابات الطوق الخاصة بالأنبوب متحد المركز (i). بعد تقييم دالة الترابط 906، يمكن استخدام النتائج لتحديد قيم الموضع 908. قد يشتمل هذا على تحديد ما إذا كانت قيم موضع دالة الترابط أكبر من مستوى حدي محدد مسبقًا. بمجرد تحديد القيم، يمكن أن تحدد العملية موضع الأطواق 910. عند تحديد موضع الأطواق 910، يمكن التعبير عن استجابات الطوق على أنبوب متحد المركز (i) في صورة نقاط يكون فيها الترابط أكبر من القيمة الحدية. في خطوة التحديد 912، إذا كانت استجابات الطوق على الأنبوب متحد المركز (i) أكبر من و/أو تساوي عدد الأنابيب، قد تنتهي العملية، وإن لم تكن كذلك، يمكن أن تعود العملية لاختيار استجابات القنوات 904 وتكرر كل خطوة حتى تنتهي العملية بخطوة التحديد 912.

يمكن أن تتضمن الأنظمة والطرق أيًا من السمات المتعددة للأنظمة والطرق التي تم الكشف عنها هنا، والتي تتضمن واحدًا أو أكثر من البيانات التالية.

البيان 1: قد تشتمل طريقة لتحديد موقع طوق في حفرة بئر على أخذ قياس كهرومغناطيسي، إنتاج سجل كهرومغناطيسي من القياس الكهرومغناطيسي، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي على مجموعة قنوات، وتحديد موقع الطوق في السجل الكهرومغناطيسي بناءً على دلالة الطوق في السجل الكهرومغناطيسي، حيث تشتمل دلالة الطوق على قناة واحدة على الأقل من مجموعة القنوات.

البيان 2: الطريقة وفقًا للبيان 1، حيث يكون السجل الكهرومغناطيسي عبارة عن منحنى أولي يشتمل على فلطية من القناة الواحدة على الأقل.

البيان 3: الطريقة وفقًا للبيان 2 أو البيان 1، حيث تتم معالجة السجل الكهرومغناطيسي الذي يشتمل على سُمك سلسلة أنابيب تغليف واحدة على الأقل أو سلسلة أنابيب واحدة على الأقل.

البيان 4: الطريقة وفقًا لأي بيان سابق، حيث يتم تحديد دلالة الطوق بواسطة النمذجة التخليقية للشكل الهندسي للطوق.

البيان 5: الطريقة وفقًا لأي بيان سابق، حيث يتم الحصول على دلالة الطوق من السجل الكهرومغناطيسي.

البيان 6: الطريقة وفقًا لأي بيان سابق، حيث يتم تحديد مواضع مجموعة الأطواق باستخدام دلالة طوق واحدة على الأقل والسجل الكهرومغناطيسي.

البيان 7: الطريقة وفقًا لأي بيان سابق، حيث يشتمل تحديد موضع الطوق على حساب الترابط، التغاير، أو سوء التطابق بين دلالة الطوق والسجل الكهرومغناطيسي.

البيان 8: الطريقة وفقًا لأي بيان سابق، حيث يتم استخدام دورية الطوق لترشيح تحديد موقع الطوق.

البيان 9: الطريقة وفقًا لأي بيان سابق، حيث يتم استخدام مستوى التوافق بين مجموعة مواقع الطوق التي تم الحصول عليها من قنوات مختلفة لترشيح مجموعة مواقع الطوق.

البيان 10: نظام قياس بئر لتحديد موقع طوق يشتمل على: أداة تسجيل أداء كهرومغناطيسية، حيث تشتمل أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية على: جهاز استقبال واحد على الأقل؛ وجهاز إرسال واحد على الأقل؛ وسيلة نقل؛ حيث يتم ربط وسيلة النقل بأداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية؛ ونظام معالجة معلومات، حيث تتم تهيئة نظام معالجة المعلومات لاستقبال قياس كهرومغناطيسي من أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية، إنتاج سجل كهرومغناطيسي من القياس الكهرومغناطيسي، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي على قناة واحدة على الأقل، وتحديد موقع طوق في السجل الكهرومغناطيسي باستخدام دلالة الطوق.

البيان 11: نظام قياس البئر وفقًا للبيان 10، حيث يتم أخذ القياس الكهرومغناطيسي بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية حيث تكون أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية عبارة عن أداة حث تعمل باستثارة موجة مستمرة بتردد واحد على الأقل.

البيان 12: نظام قياس البئر وفقًا للبيان 11 أو البيان 10، حيث يتم أخذ القياس الكهرومغناطيسي بواسطة أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية حيث تكون أداة تسجيل الأداء الكهرومغناطيسية عبارة عن أداة حث تعمل باستثارة نبضية في النطاق الزمني.

البيان 13: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-12، حيث يكون السجل الكهرومغناطيسي عبارة عن منحنى أولي يشتمل على فلطية من القناة الواحدة على الأقل.

البيان 14: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-13، حيث تتم معالجة السجل الكهرومغناطيسي الذي يشتمل على سُمك سلسلة أنابيب تغليف أو سلسلة أنابيب.

البيان 15: نظام قياس البئر وفقًا للبيان 10-14، حيث يتم الحصول على دلالة الطوق بواسطة النمذجة التخليقية للشكل الهندسي للطوق.

البيان 16: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-15، حيث يتم الحصول على دلالة الطوق من السجل الكهرومغناطيسي.

البيان 17: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-16، حيث يتم تحديد موقع مجموعة الأطواق من مجموعة دلالات الطوق.

البيان 18: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-17، حيث يتم تحديد موضع الطوق بواسطة الترابط، التغاير، أو سوء التطابق بين دلالة الطوق والسجل الكهرومغناطيسي.

البيان 19: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-18، حيث تتم تهيئة نظام معالجة المعلومات أيضًا لإجراء عملية أتمتة تشتمل على تحديد استجابات الطوق، اختيار استجابة القناة، تقييم دالة المقارنة، وتحديد موضع الأطواق من دالة المقارنة.

البيان 20: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-19، حيث يتم تحديد مواضع الأطواق بواسطة خوارزم يستخدم الترابط، التغاير، أو سوء التطابق بين دلالة الطوق والسجل الكهرومغناطيسي.

البيان 21: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-20، حيث يتم تحديد استجابات الطوق من خلال فحص السجل الكهرومغناطيسي.

البيان 22: نظام قياس البئر وفقًا للبيانات 10-21، حيث يتم تحديد استجابات الطوق بواسطة محاكاة رقمية للشكل الهندسي للطوق.

يوفر الوصف السابق العديد من أمثلة أنظمة وطرق الاستخدام التي تم الكشف عنها هنا والتي قد تحتوي على خطوات طريقة مختلفة وتوليفات بديلة من المكونات. يجب إدراك أنه على الرغم من إمكانية مناقشة الأمثلة الفردية هنا، فيغطي الكشف الحالي جميع توليفات الأمثلة التي تم الكشف عنه، بما في ذلك، وليس على سبيل الحصر، توليفات المكونات المختلفة، توليفات خطوات الطريقة، وخواص النظام. يجب إدراك أنه تم وصف التركيبات والطرق من حيث "تشتمل على"، "تحتوي على"، أو "تتضمن" العديد من المكونات أو الخطوات، فيمكن أيضًا أن "تتألف" التركيبات والطرق "بشكل أساسي من" أو "تتألف من" العديد من المكونات والخطوات. علاوةً على ذلك، يتم تعريف أدوات النكرة، مثلما هو مستخدم في عناصر الحماية، هنا بكونها تعني واحدًا أو أكثر من أحد العناصر التي تشير إليها.

لغرض الإيجاز، يتم الكشف فقط عن نطاقات معينة فقط بشكل واضح. بالرغم من ذلك، قد يتم دمج النطاقات من أي حد أدنى مع أي حد أعلى لذكر نطاق غير مذكور بوضوح، إضافة إلى أنه، قد يتم دمج النطاقات من أي حد أدنى مع أي حد أدنى آخر لذكر نطاق غير مذكور بوضوح، بنفس الطريقة، قد يتم دمج النطاقات من أي حد أعلى مع أي حد أعلى آخر لذكر نطاق غير مذكور بوضوح. بالإضافة إلى ذلك، عند الكشف عن نطاق رقمي له حد أدنى وحد أعلى، فيتم بشكل خاص الكشف عن أي عدد وأي نطاق متضمن يقع ضمن النطاق. على وجه التحديد، يجب إدراك أن كل نطاق من القيم (في صورة "من حوالي أ إلى حوالي ب"، أو على نحوٍ مكافئ، "من حوالي أ إلى ب"، أو على نحوٍ مكافئ، "من حوالي أ-ب") الذي تم الكشف عنه هنا يوضح أي عدد ونطاق متضمن في النطاق الأشمل للقيم حتى إن لم يتم ذكرها بشكل علني. وهكذا، يمكن أن

تعمل كل نقطة أو قيمة فردية في صورة الحد الأدنى أو الأعلى الخاص به مجمعةً مع أية نقطة أخرى أو قيمة فردية أخرى أو أي حد أدنى أو أعلى آخر، لذكر نطاق لم يرد ذكره بشكل واضح.

وبالتالي، تتم تهيئة الأمثلة الحالية جيدًا لتحقيق الغايات والمميزات المذكورة وكذلك تلك المتأصلة به. إن الأمثلة المحددة التي تم الكشف عنها أعلاه توضيحية فقط ويمكن تعديلها وتنفيذها بطرق مختلفة ولكن متكافئة جلية لأصحاب المهارة في المجال فور الاستفادة من المعلومات الواردة هنا. على الرغم من مناقشة الأمثلة الفردية، فيغطي الكشف جميع توليفات تلك الأمثلة بأكملها. علاوةً على ذلك، ليست هناك قيود مفروضة على تفاصيل الإنشاء أو التصميم المذكورة هنا، بخلاف ما هو موصوف في عناصر الحماية الواردة أدناه. كذلك، تكون للمصطلحات الواردة في عناصر الحماية معناها الصريح العادي ما لم يتحدد العكس بشكل علني وواضح من قبل صاحب البراءة. وبالتالي، يتضح أنه يمكن تغيير أو تعديل الأمثلة التوضيحية المحددة التي تم الكشف عنها ويجب اعتبار جميع هذه التنويعات ضمن مجال وفحوى تلك الأمثلة. في حالة وجود أي تعارض في استخدامات كلمة أو مصطلح في هذه المواصفة وواحدة أو أكثر من البراءات أو غيرها من الوثائق التي يمكن تضمينها هنا كمرجع، فيجب استخدام التعريفات التي تتماشى مع هذه المواصفة.

الإشارة المرجعية للرسومات

شكل 1

120 وحدة عرض وتخزين

شكل 3

أ مسبار EC

ب مستشعرات درجة الحرارة/الضغط

ج وحدة اتصال/ذاكرة نمطية

د الاستجابة

هـ العمق

شكل 5

أ العمق (بالقدم)

5

شكل 6

أ العمق (بالقدم)

شكل 7

10 أ العمق (بالقدم)

شكل 8أ، 8ب

أ الموضع/بالقدم

ب الإشارة المقاسة

15

شكل 9

902 تحديد استجابات الطوق

904 اختيار استجابات القناة

912 إذا كانت i > عدد الأنابيب

أ نعم

ب لا

906 تقييم دالة الترابط

ج إنهاء

5 908 تحديد الموضع

910 تحديد موضع الأطواق

عناصر الحماية

1. طريقة لتحديد موقع طوق collar في حفرة بئر wellbore، تشتمل على:

أخذ قياس كهرومغناطيسي electromagnetic measurement؛

إنتاج سجل كهرومغناطيسي electromagnetic log من القياس الكهرومغناطيسي electromagnetic measurement، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log على مجموعة من القنوات، حيث تكون كل من المجموعة من القنوات عبارة عن مسافة بين جهاز استقبال receiver وجهاز إرسال transmitter؛ و

تحديد موضع للطوق collar في أنبوب تبطين أول وأنبوب تبطين ثانٍ في السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log بناءً على توقيع طوق collar signature في السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log، حيث يشتمل توقيع الطوق collar signature على قناة واحدة على الأقل من المجموعة من القنوات.

2. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يكون السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log عبارة عن منحنى خام يشتمل على جهد من قناة واحدة على الأقل، و/أو حيث تتم معالجة السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log ويشتمل على سماكة عمود أنابيب تبطين casing string واحد على الأقل أو عمود أنابيب pipe string واحد على الأقل.

3. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يتم تحديد توقيع الطوق collar signature بنمذجة تركيبية synthetic modeling لهندسة طوق collar geometry، و/أو حيث يتم الحصول على توقيع الطوق collar signature من السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log.

4. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث يتم تحديد مواضع مجموعة من الأطواق collars باستخدام توقيع طوق collar signature واحد على الأقل والسجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log.

5. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 4، حيث يشتمل تحديد موضع للطوق collar على أخذ ارتباط، أو تباين، أو عدم توافق بين توقيع الطوق collar signature والسجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log.

6. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 4، حيث يتم استخدام دورية للطوق collar لتصفية تحديد موضع للطوق collar.

7. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 4، حيث يتم استخدام مستوى اتفاق بين مجموعة من مواقع الطوق collar locations التي تم الحصول عليها من قنوات مختلفة لتصفية المجموعة من مواقع الطوق collar locations.

8. نظام لقياس بئر well measurement system لتحديد موقع طوق collar يشتمل على:

أداة تسجيل كهرومغناطيسي electromagnetic logging tool، حيث تشتمل أداة التسجيل الكهرومغناطيسي electromagnetic logging tool على:

جهاز استقبال receiver واحد على الأقل؛ و

جهاز إرسال transmitter واحد على الأقل؛

وسيلة نقل حيث يتم توصيل وسيلة النقل بأداة التسجيل الكهرومغناطيسي electromagnetic logging tool؛ و

نظام لمعالجة المعلومات information handling system، حيث يتم تكوين نظام معالجة المعلومات information handling system لاستقبال قياس كهرومغناطيسي electromagnetic measurement من أداة التسجيل الكهرومغناطيسي electromagnetic logging tool، ينتج سجلاً كهرومغناطيسياً electromagnetic log من القياس الكهرومغناطيسي electromagnetic measurement، حيث يشتمل السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log على قناة واحدة على الأقل، حيث تكون القناة الواحدة على الأقل عبارة عن مسافة بين جهاز الاستقبال وجهاز الإرسال، وتحديد موضع طوق collar في أنبوب تبطين أول وأنبوب تبطين ثانٍ في السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log مع توقيع طوق collar signature.

9. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث يتم أخذ القياس الكهرومغناطيسي electromagnetic measurement بواسطة أداة التسجيل الكهرومغناطيسي electromagnetic logging tool حيث تكون أداة التسجيل الكهرومغناطيسي electromagnetic logging tool عبارة عن أداة حث induction tool تعمل مع إثارة موجات مستمرة بتردد واحد على الأقل.

10. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث يتم أخذ القياس الكهرومغناطيسي electromagnetic measurement بواسطة أداة التسجيل الكهرومغناطيسي electromagnetic logging tool حيث تكون أداة التسجيل الكهرومغناطيسي electromagnetic logging tool عبارة عن أداة حث induction tool تعمل مع إثارة النبض في المجال الزمني.

11. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث يكون السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log عبارة عن منحنى خام يشتمل على جهد من قناة واحدة على الأقل.

12. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث تتم معالجة السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log ويشتمل على سماكة لعمود أنابيب تبطين casing string أو عمود أنابيب pipe string.

13. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث يتم الحصول على توقيع الطوق collar signature بواسطة نمذجة تركيبية synthetic modeling لهندسة طوق collar geometry.

14. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث يتم الحصول على توقيع الطوق collar signature من السجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log.

15. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث تقع مجموعة من الأطواق collars من مجموعة من توقيعات الأطواق collar signatures.

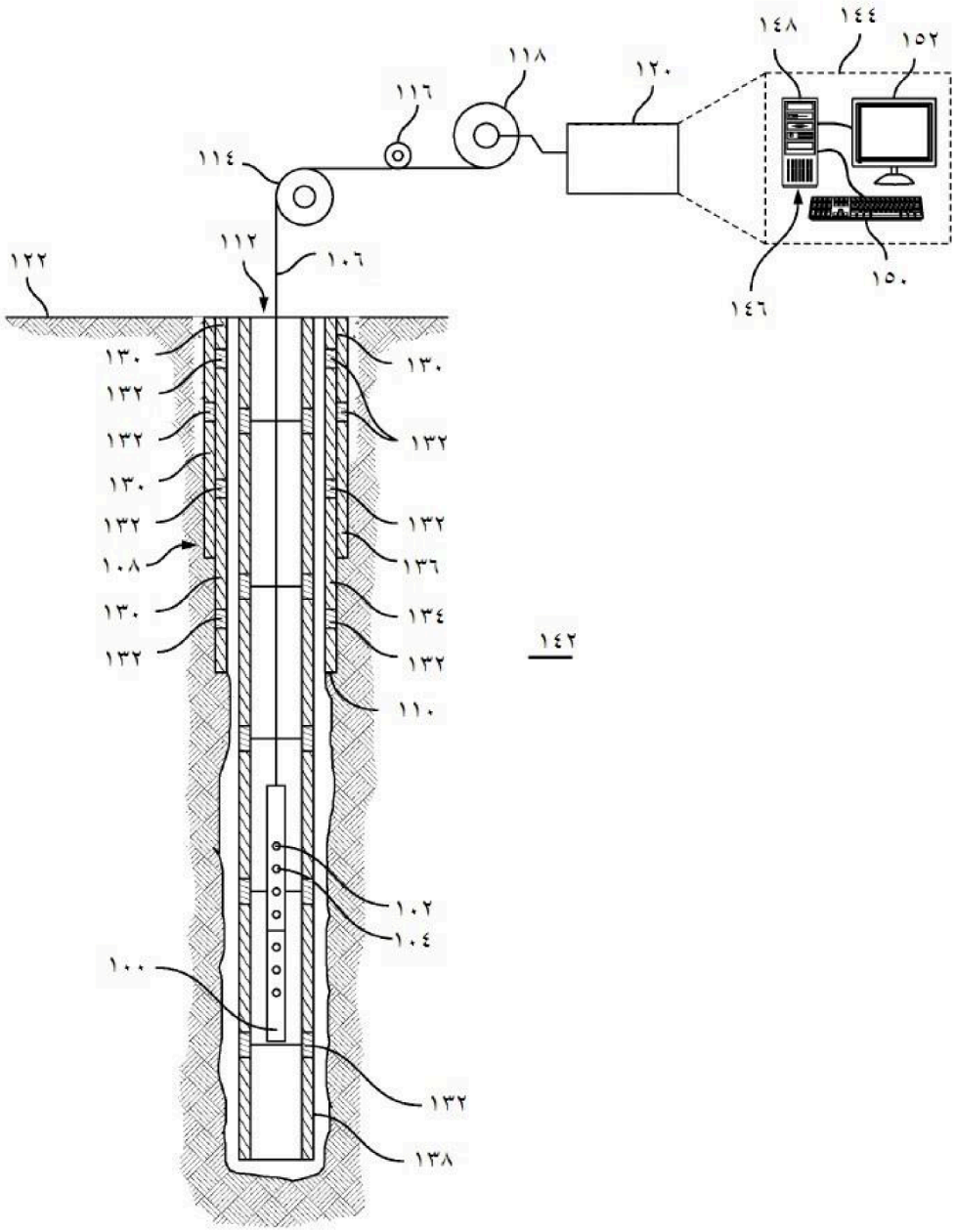
16. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث يتم تحديد موضع الطوق collar من خلال ارتباط، أو تباين، أو عدم توافق بين توقيع طوق collar signature والسجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log.

17. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 8، حيث يتم تكوين نظام معالجة المعلومات information handling system بشكل إضافي لتشغيل عملية أتمتة تشتمل على تحديد استجابات الأطواق collar responses، واختيار استجابة القناة channel response، وتقييم دالة مقارنة، وتحديد موضع الأطواق collars من دالة المقارنة.

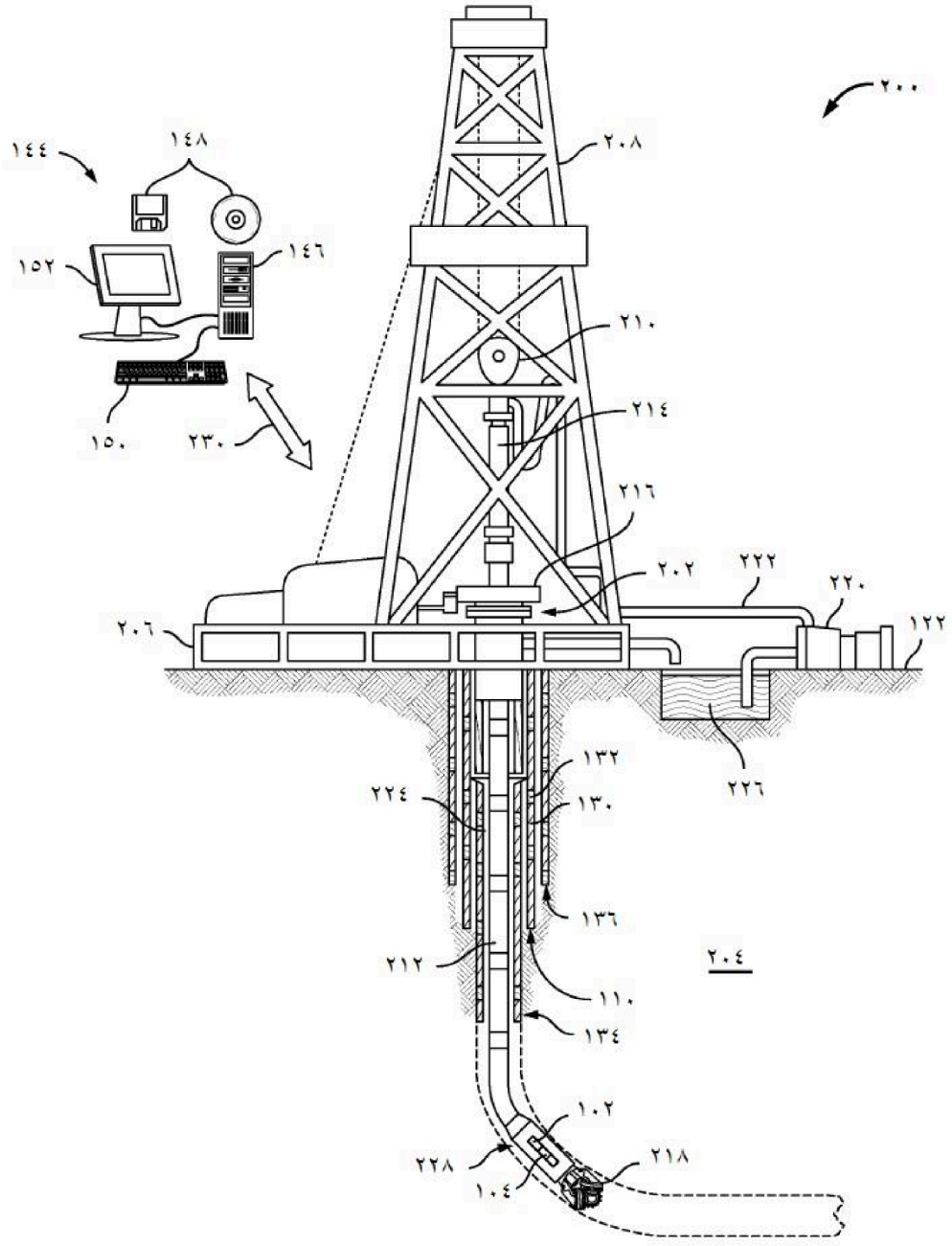
18. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 17، حيث يتم إجراء تحديد مواضع الأطواق collars بواسطة خوارزمية تستخدم ارتباطاً، أو تبايناً، أو عدم توافق بين توقيع الطوق collar signature والسجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log.

19. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 17، حيث يتم إجراء تحديد استجابات الأطواق collar responses بواسطة فحص للسجل الكهرومغناطيسي electromagnetic log.

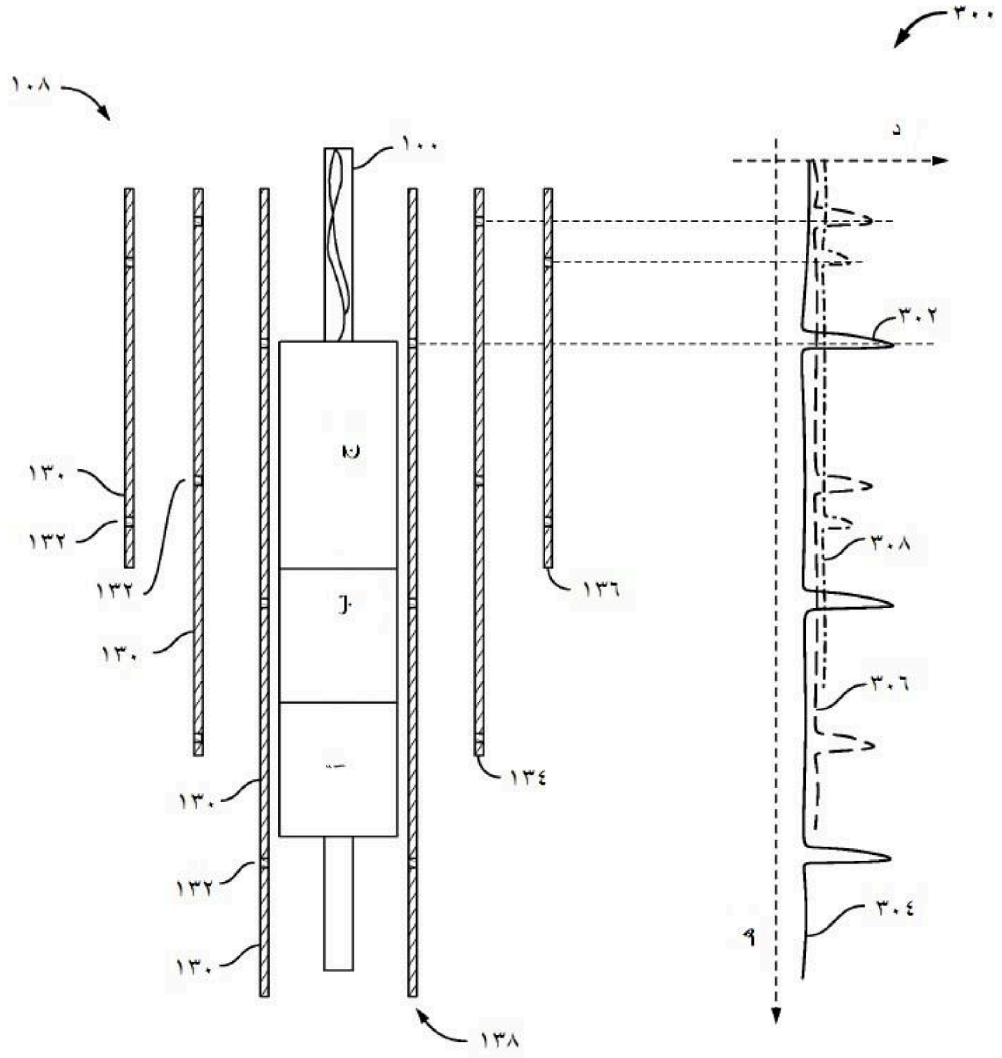
20. نظام قياس البئر well measurement system وفقاً لعنصر الحماية 17، حيث يتم إجراء تحديد استجابات الأطواق collar responses بواسطة محاكاة عددية لهندسة طوق collar geometry.


١٤٨
١٤٤
١٥٢
١١٨
١٢٠
١١٦
١١٤
١١٢
١٠٦
١٢٢
١٥٠
١٤٦
١٣٠
١٣٢
١٣٢
١٣٠
١٣٢
١٠٨
١٣٠
١٣٢
١٣٠
١٣٢
١٣٦
١٣٤
١٣٢
١١٠
١٤٢
١٠٢
١٠٤
١٠٠
١٣٢
١٣٨

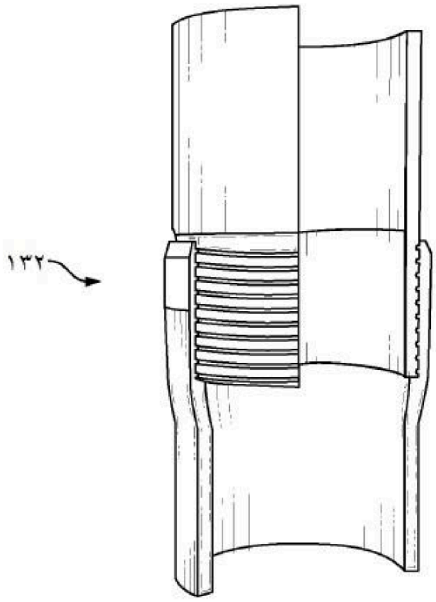
شكل ١


٢٠٠
١٤٤
١٤٨
١٥٢
١٤٦
١٥٠
٢٣٠
٢٠٨
٢١٠
٢١٤
٢١٦
٢٠٢
٢٢٢
٢٢٠
١٢٢
٢٠٦
٢٢٦
١٣٢
٢٢٤
١٣٠
١٣٦
٢٠٤
٢١٢
١١٠
١٣٤
١٠٢
٢١٨
٢٢٨
١٠٤

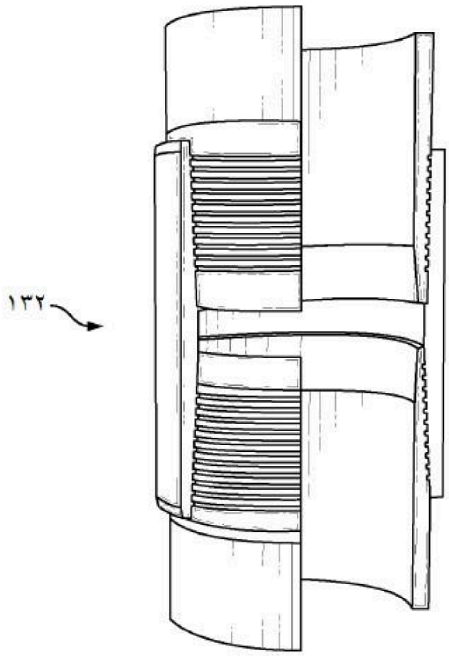
شكل ٢


٣٠٠
١٠٨
١٠٠
د
٣٠٢
١٣٠
١٣٢
١٣٢
١٣٠
١٣٦
٣٠٨
٣٠٦
١٣٠
١٣٤
١٣٢
١٣٠
٣٠٤
ع
١٣٨

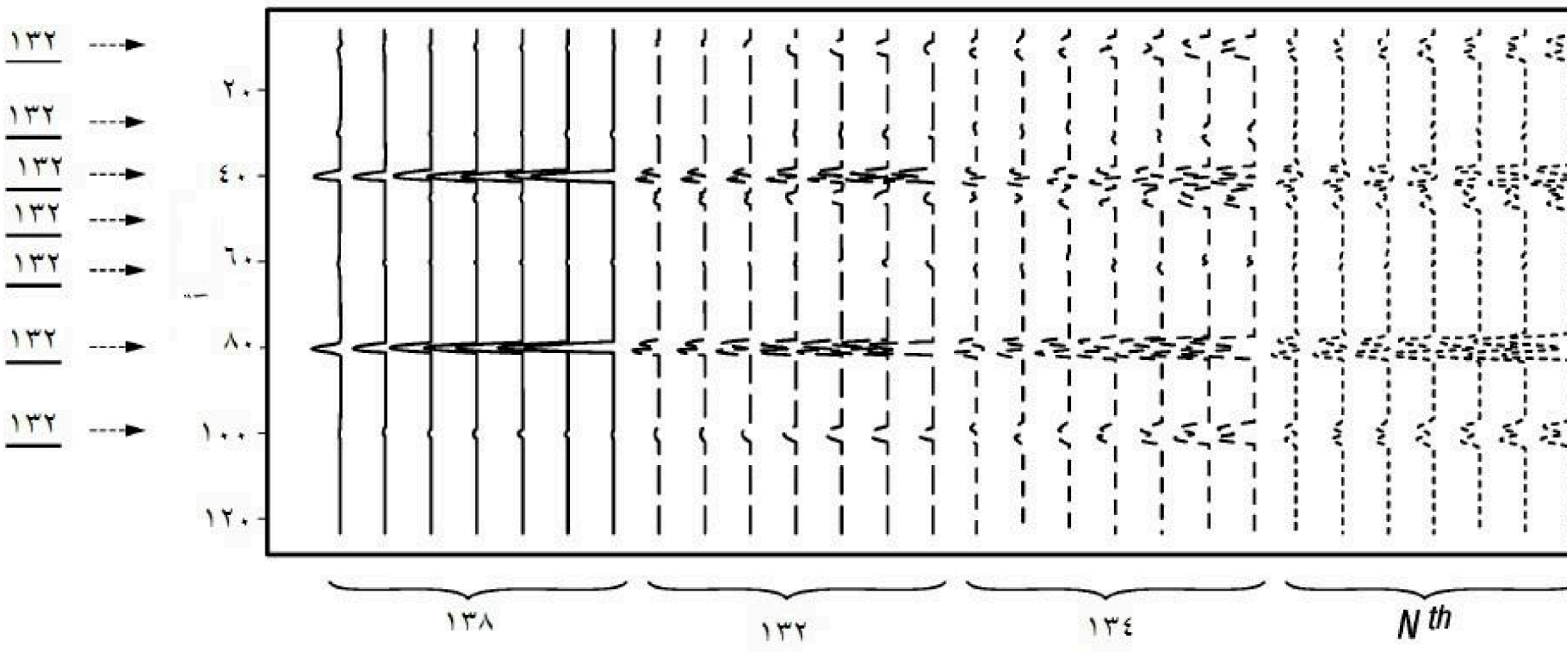
شكل ٣



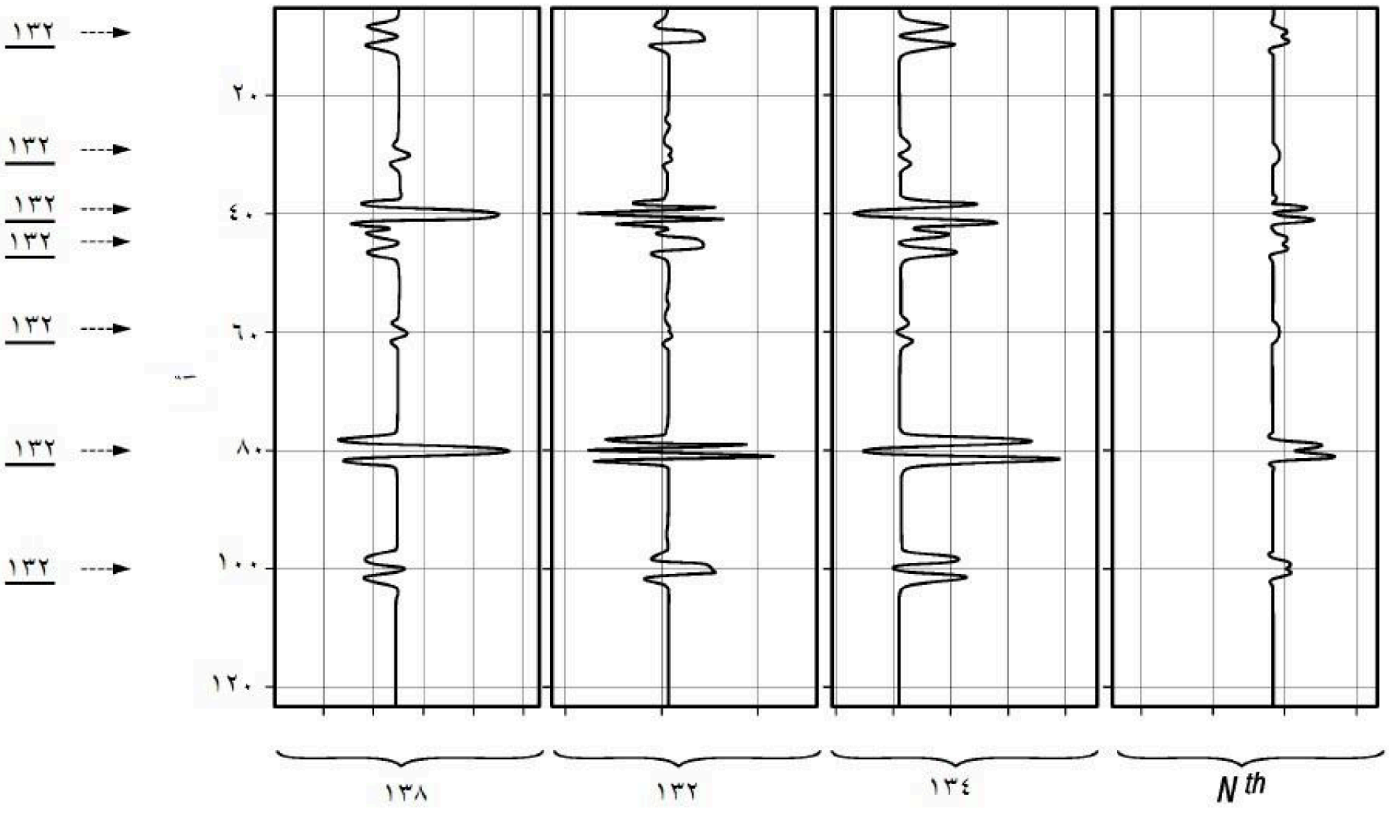
شكل ٤أ



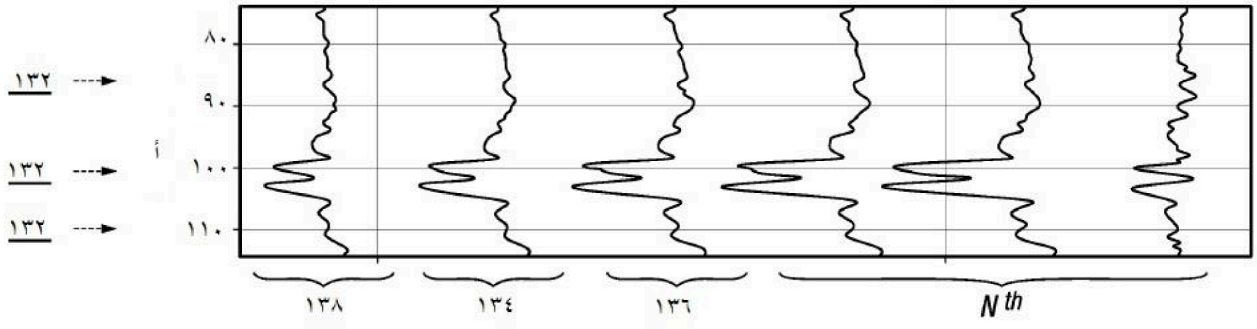
شكل ٤ب



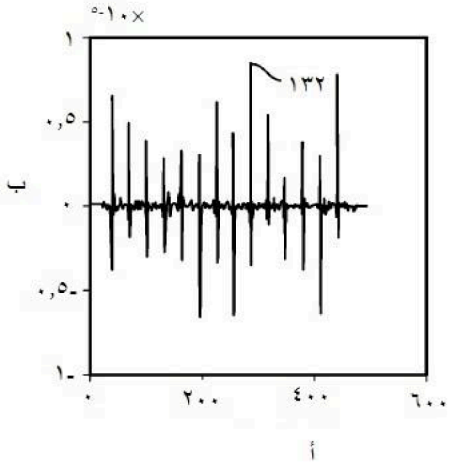
شكل ٥



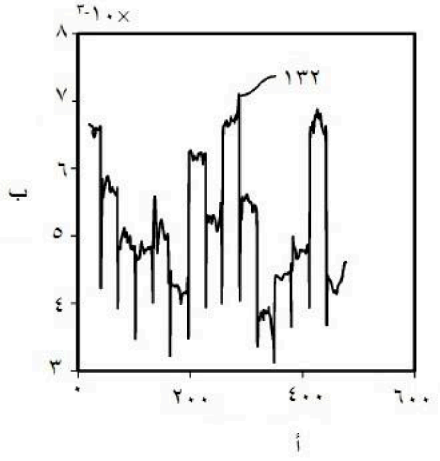
شكل ٦



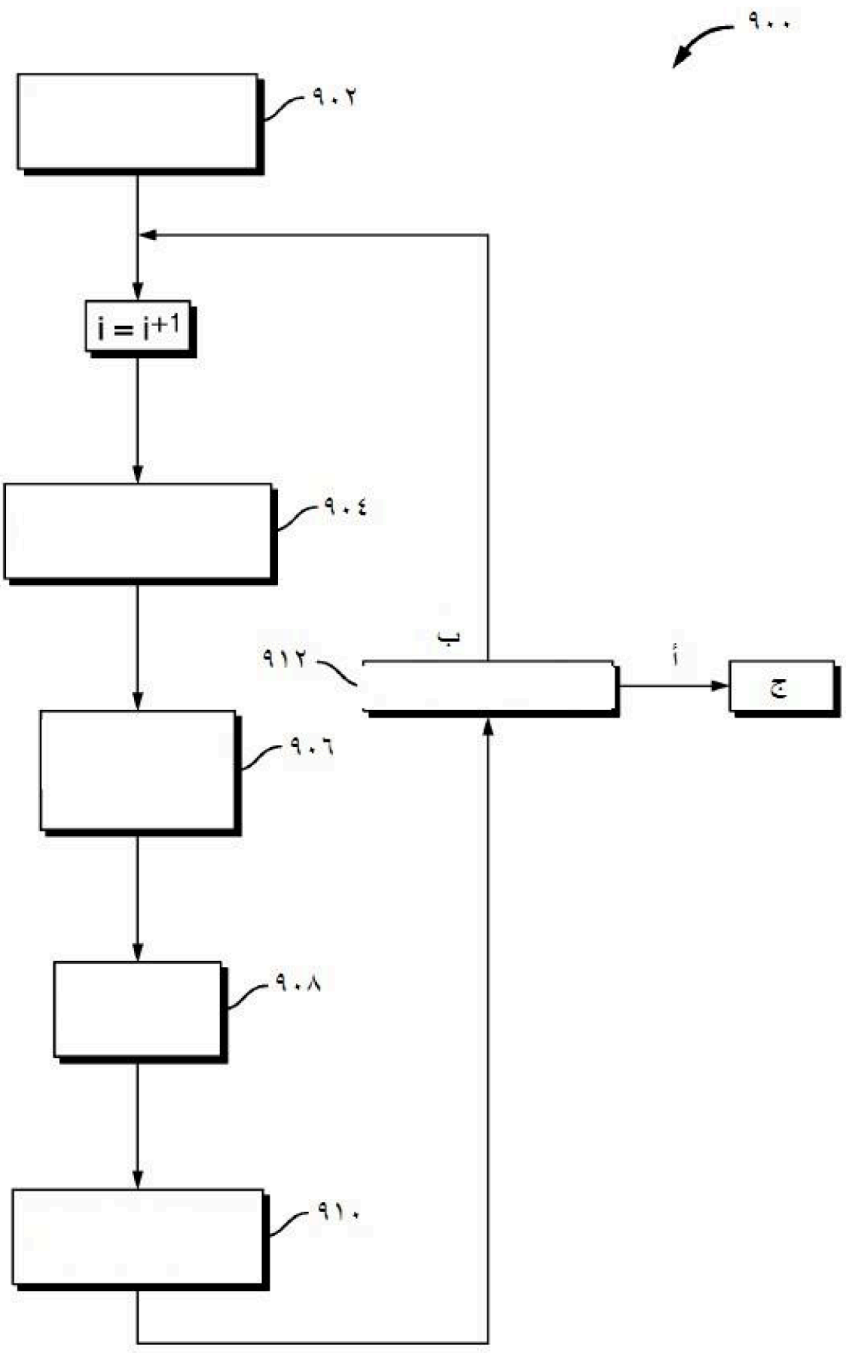
شكل ٧



شكل ٨أ



شكل ٨ب



شكل ٩

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