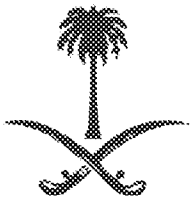


بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

إن المشرف العام على مكتب البراءات السعودي، وبموجب أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٢٧ وتاريخ ١٤٢٥/٠٥/٢٩هـ، واستناداً لأحكام اللائحة التنفيذية له الصادرة بالقرار الإداري رقم ٣٦٠٧٣٢٩-٢-١٦١ وتاريخ ١٤٣٦/١٢/٣٠ هـ، يقرر منح:

٧ايه سى تكنولوجيز إنك

7AC Technologies, Inc.

براءة اختراع رقم ٦٤٣١

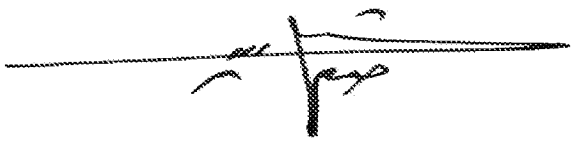
بتاريخ ١٤٤٠/٠٨/٠٥هـ الموافق ٢٠١٩/٠٤/١٠ م

عن الاختراع المسمى/ طرق وأنظمة تبريد سائل مُجفِف للهواء مصغَّرة-منفصلة

Methods and systems for mini-split liquid desiccant air conditioning

ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق التي يمنحها النظام في المملكة العربية السعودية.

المشرف العام على مكتب البراءات السعودي



م. صقر بن ناصر الفطيماني

[19] **المملكة العربية السعودية** SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] **رقم البراءة:** ٦٤٣١
[45] **تاريخ المنح:** ١٤٤٠/٠٨/٠٥ هـ
الموافـــق: ٢٠١٩/٠٤/١٠ م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** فانديرمولين بيتر إف

[73] **مالك البراءة :** ٧ايه سى تكنولوجيز إنك
عنوانه: ١٠٠ كومينجز سينتر سويت ٢٦٥جى بيفيرلى، ماساشوتيس ٠١٩١٥، الولايات المتحدة الامريكية
جنسيته: امريكية

[74] **الوكيل:** شركة الهدف لخدمات العلامات المحدودة

[21] **رقم الطلب:** ٥١٥٣٦١٠٧٢

[22] **تاريخ دخول المرحلة الوطنية:** ١٤٣٦/١١/٢٩ هـ
الموافق : ٢٠١٥/٠٩/١٣ م
تاريخ الإيداع للطلب الدولي: ٢٠١٤/٠٣/١٤ م

[86] **رقم الطلب الدولي:** PCT/US2014/028184

[87] **رقم النشر الدولي:** WO/2014/152905
تاريخ النشر الدولي: ٢٠١٤/٠٩/٢٥ م

[30] **بيانات الأسبقية:**

US	٦١/٧٨٣,١٧٦	٢٠١٣/٠٣/١٤م

[51] **التصنيف الدولي** (IPC[8]) :
F25B 029/000, F25B 030/000

[56] **المراجع:**

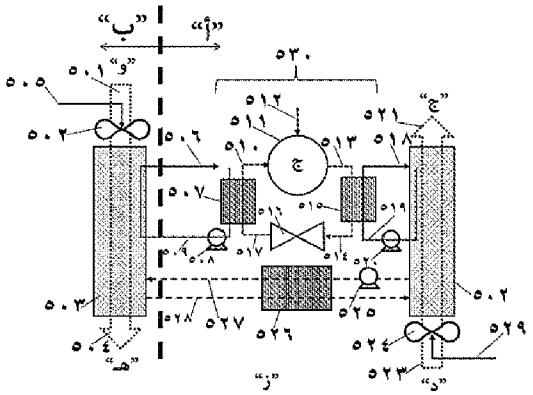
US	٤٩٨٤٤٣٤	١٩٩١/٠١/١٥م
KR	٢٠٠٤٠٠٢٦٢٤٢	٢٠٠٤/٠٣/٣١م
JP	٢٠١٠٢٤٧٠٢٢	٢٠١٠/١١/٠٤م
US	٢٠١١١٠١١١٧	٢٠١١/٠٥/٠٥م
CN	٢٠٢٢٢٩٤٦٩	٢٠١٢/٠٥/٢٣م
US	٢٠١٢١٢٥٠٣١	٢٠١٢/٠٥/٢٤م

اسم الفاحص: أحمد بن عبدالرحمن السعدون

[54] **اسم الاختراع:** طرق وأنظمة تكييف هواء بمجفف للسائل مصغَّرة -منفصلة

Methods and systems for mini-split liquid desiccant air conditioning

[57] **الملخص:** يتعلق الاختراع الحالي بالكشف عن نظام مجفف للسائل liquid desiccant مُكيِّف للهواء منفصل لمعالجة تيار الهواء المتدفق في حيز في المبنى يكون نظام تبريد الهواء air-conditioning system بمجفف للسائل المنفصل split liquid desiccant قابل للتبديل بين التشغيل في وضع التشغيل في الطقس الدافئ warm weather operation mode ووضع التشغيل في الطقس البارد cold weather operation mode.



الشكل (٥أ)

عدد عناصر الحماية (٢٢) ، عدد الأشكال (١٢)

طرق وأنظمة تكييف هواء بمجفف للسائل مصغَّرة-منفصلة

Mehods and systems for mini-split liquid desiccant air conditioning

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يستند الطلب الحالي إلى أسبقية الطلب للطلب المؤقت للبراءة الأمريكية رقم ٦١/٧٨٣١٧٦ المودعة في ١٤ مارس ٢٠١٣ بعنوان طرق وأنظمة تكييف هواء بمجفف للسائل LIQUID DESICCANT AIR مصغَّرة-منفصلة، التي تم تضمينها هنا بالكامل كمرجع.

يتعلق الطلب الحالي بوجه عام باستخدام مجفف للسائل liquid desiccants لإزالة الرطوبة وتبريد، أو تسخين وترطيب تيار الهواء air stream الداخل إلى حيز. على نحو خاص، يتعلق الطلب باستبدال وحدات تكييف الهواء المصغرة المنفصلة mini-split air conditioning units التقليدية (المتعمدة على الأغشية) بنظام تكييف هواء بمجفف للسائل لتحقيق نفس القدرات الاستيعابية للتدفئة والتبريد لوحدات تكييف الهواء المصغَّرة المنفصلة mini-split air conditioners التقليدية.

تم استخدام أنظمة إزالة الترطيب من المادة المُجفِّفة Desiccant dehumidification systems -كلاً من المواد المُجفِّفة desiccants السائلة والصلبة - بالتوازي مع معدات ضغط البخار vapor compression التقليدية للمساعدة في تقليل الرطوبة في المساحات، تحديدًا في المساحات التي تتطلب كميَّات كبيرة من الهواء الخارجي أو التي بها أحمال رطوبة humidity loads كبيرة داخل مساحة المبنى نفسه. (ASHRAE 2012 Handbook of HVAC Systems and Equipment, Chapter 24, p. 24.10). يتطلب الطقس الرطب، مثل على سبيل المثال Miami، يتطلب FL كثيرًا من الطاقة للتعامل بشكل مناسب (إزالة الترطيب وتبريد) الهواء المنعش المطلوب لتحقيق الراحة في الحيز المشغول. تم استخدام أنظمة إزالة الترطيب من المادة المُجفِّفة - كلاً من المواد المُجفِّفة للسائل والصلبة - المستخدم لسنوات عدة وكانت بوجه عام فعَّالة جدًا في إزالة الرطوبة من تيار الهواء. مع هذا، تستخدم أنظمة المواد المُجفِّفة للسائل liquid desiccant systems بوجه عام محاليل ملح مركَّزة concentrated salt solutions مثل محاليل أيونية ionic solutions من LiCl، LiBr أو $CaCl_2$ وماء. تتسبَّب المحاليل الملحية brines المذكورة في التآكل بقوة، حتى عند استخدامها بكميات صغيرة، تم إجراء عدة محاولات على مر السنوات لمنع حمل المادة المُجفِّفة desiccant إلى تيار الهواء المراد معالجته. في السنوات الأخيرة بدأ توجيه الجهود إلى القضاء على

خطر حمل المادة المُجفِّفة بواسطة استخدام أغشية ذات مسام بحجم المايكرو micro-porous membranes باحتواء المادة المُجفِّفة. تم في المقام الأول تطبيق أنظمة المواد المُجفِّفة التي تعتمد على هذه الأغشية على وحدات السطح الموحَّدة unitary rooftop units للمباني التجارية. مع هذا، غالبًا ما تستخدم المباني السكنية والتجارية الصغيرة وحدات تكييف هواء مصغَّرة منفصلة حيث توجد وحدة التكييف condenser بالخارج ويتم تركيب ملف تبريد المبخِّر evaporator cooling coil في الغرفة أو في حيز أكبر بحاجة للتبريد، لا تعد وحدات السطح الموحَّدة خيارًا مناسبًا لهذه المساحات.

لأنظمة المواد المُجفِّفة بوجه عام بوظيفتين منفصلتين. جانب التكييف للنظام يوفِّر تكييف الهواء للظروف المطلوبة، والذي يتم ضبطه نمطيًا باستخدام أجهزة تنظيم حرارة (ثيرموستات) thermostats أو أجهزة ضبط الرطوبة humidistats. جانب إعادة التوليد للنظام يوفِّر وظيفة إعادة تكييف لمادة تجفيف السائل liquid desiccant بحيث يمكن إعادة استخدامه على جانب التكييف. يتم نمطيًا ضخ مجفف السائل بين الجانبين، ونظام التحكم control system يساعد في ضمان أن مجفف السائل متوازن بشكل مناسب بين الجانبين بحسب ما تقتضي به الظروف وأن درجات الحرارة والرطوبة الزائدة يتم التعامل معها بشكل مناسب دون أن يؤدي ذلك على زيادة أو خفض تركيز المادة المُجفِّفة بدرجة كبيرة.

في عديد من المباني الأصغر يتم تعليق ملف مبخِّر صغير small evaporator coil على جدار أو تغطيته بلوحة مثل على سبيل المثال إطار frame LG LAN126HNP Art Cool Picture. يتم تركيب المكثِّف condenser بالخارج وتصل خطوط سائل تبريد عالي الضغط high pressure refrigerant lines بين المكوِّنين. علاوة على ذلك يتم تركيب خط الصرف drain line للمكثِّف لإزالة الرطوبة المتكثِّفة على ملف المبخِّر إلى الخارج. يمكن لنظام مجفف السائل تقليل استهلاك الكهرباء بشكل ملحوظ ويمكن أن يكون أسهل في التركيب دون الحاجة إلى خطوط سائل تبريد عالي الضغط التي تحتاج تركيبها في الموقع.

تأخذ الأنظمة المصغَّرة المنفصلة Mini-split systems نمطيًا ١٠٠٪ من هواء الغرفة عبر ملف المبخِّر ويصل الهواء المنعش إلى الغرفة فقط عبر التهوية والترشيح من مصادر أخرى. يمكن في الغالب أن ينتج عن ذلك ارتفاع الرطوبة وبرودة درجة الحرارة في الحيز بما أن ملف المبخِّر لا يعمل بكفاءة عالية لإزالة الرطوبة. بدلاً من ذلك، يعد ملف المبخِّر مناسبًا أكثر للتبريد المحسوس.

في الأيام التي تقتصر فيها الحاجة على قدر قليل من التبريد يمكن أن تبلغ درجة الرطوبة في المبنى مستويات غير مقبولة في ظل عدم توفُّر ما يكفي من الحرارة الطبيعية لموازنة الكمية الكبيرة من التبريد المحسوس.

وبالتالي تظل هناك حاجة لتوفير أنظمة تبريد قابلة للتحديث retrofitable cooling system للمباني الصغيرة التي بها أحمال رطوبة عالية، حيث يمكن تكييف درجات التبريد وإزالة الرطوبة من الهواء الداخلي بتكاليف منخفضة من حيث المال والطاقة.

الوصف العام للاختراع

تم توفير في هذه الوثيقة طرق وأنظمة تستخدم في تبريد وإزالة الرطوبة بكفاءة لتيار الهواء خصوصًا في المباني التجارية أو السكنية باستخدام نظام تكييف هواء بمجفف للسائل مصغَّر منفصِل. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يتدفق مجفف السائل إلى أسفل سطح طبق الدعم support plate كغشاء ساقط falling film. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يتم احتواء المادة المُجفِّفة بواسطة غشاء ذو مسام بحجم المايكرو microporous membrane ويتم توجيه تيار الهواء في اتجاه عمودي في المقام الأول فوق سطح الغشاء وبالتالي يتم امتصاص كلاً من الحرارة الكامنة والمحسوسة من تيار الهواء في مجفف السائل. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يتم ملء طبق الدعم بمائع نقل الحرارة heat transfer fluid الذي يتدفق على الوجه الأمثل في اتجاه مضاد لتيار الهواء. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يضم النظام وحدة تكييف conditioner تزيل الحرارة الكامنة والمحسوسة عبر مجفف السائل إلى داخل مائع نقل الحرارة ومولِّد regenerator يلفظ الحرارة الكامنة والمحسوسة من مائع نقل الحرارة إلى البيئة. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يتم تبريد مائع نقل الحرارة في وحدة التكييف بضاغط مبرِّد refrigerant compressor أو مصدر خارجي لمائع نقل الحرارة البارد cold heat transfer fluid. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يتم تسخين المولِّد بواسطة ضاغط مبرِّد أو مصدر خارجي لمائع نقل الحرارة الساخن hot heat transfer fluid. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يكون الضاغط المبرِّد قابل للعكس لتوفير مائع نقل حرارة تم تسخينه heated heat transfer fluid إلى وحدة التكييف ومائع نقل حرارة بارد إلى المولِّد كما يتم تسخين الهواء المكيَّف وترطيبه ويتم تبريد الهواء المعاد توليده وإزالة الرطوبة منه. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يتم تركيب وحدة التكييف مقابل جدار في الحيز ويتم تركيب المولِّد خارج المبنى. وفقًا لواحد أو

أكثر من النماذج، يقوم المولِّد بتزويد مجفف السائل إلى وحدة التكييف عبر مبادل حراري heat exchanger. في واحدة أو أكثر من النماذج، المبادل الحراري يضم اثنين من خطوط المادة المُجفِّفة desiccant lines المرتبطين معًا لتوفير تلامس حراري thermal contact. في واحدة أو أكثر من النماذج، تستقبل وحدة التكييف ١٠٠٪ هواء الغرفة. في واحدة أو أكثر من النماذج، يستقبل المولِّد ١٠٠٪ الهواء الخارجي. في واحدة أو أكثر من النماذج، يتم تركيب وحدة التكييف والمبخِّر خلف شاشة تلفاز مسطحة television flat screen أو شاشة عرض مسطحة flat screen monitor أو جهاز مشابه.

وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج يستخدم النظام الغشائي لمادة تجفيف السائل liquid desiccant membrane system مبخِّر غير مباشر indirect evaporator لتوليد مائع نقل حرارة بارد حيث يستخدم مائع نقل الحرارة البارد لتبريد وحدة التكييف بمجفف السائل. علاوة على ذلك في واحدة أو أكثر من النماذج، يستقبل المبخِّر غير المباشر جزء من تيار الهواء المعالج مسبقًا بوحدة التكييف. وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يكون تيار الهواء بين وحدة التكييف والمبخِّر غير المباشر قابلاً للتعديل بواسطة بعض الوسائل الملائمة، على سبيل المثال، عبر مجموعة فتحات قابلة للتعديل adjustable louvers أو عبر مروحة لها سرعات قابلة للتعديل. في واحدة أو أكثر من النماذج، يكون الماء المزوَّد به إلى المبخِّر غير المباشر عبارة عن ماء صالح للشرب potable water. في واحدة أو أكثر من النماذج، يكون الماء عبارة عن ماء بحر. في واحدة أو أكثر من النماذج، يكون الماء عبارة عن ماء صرف waste water. في واحدة أو أكثر من النماذج، يستخدم المبخِّر غير المباشر غشاء لمنع حمل أي عناصر غير مرغوب فيها من ماء البحر أو الصرف. في واحدة أو أكثر من النماذج، لا تتم إعادة تدوير الماء في المبخِّر غير المباشر مرة أخرى إلى أعلى المبخِّر غير المباشر مثل ما يحدث في برج التبريد cooling tower، ولكن يتم تبخير ما يتراوح بين ٢٠٪ و٨٠٪ من الماء ويتم التخلص من الباقي. في واحدة أو أكثر من النماذج، يتم تركيب المبخِّر غير المباشر خلف أو جانب وحدة التكييف مباشرةً. في واحدة أو أكثر من النماذج، يتم تركيب وحدة التكييف والمبخِّر خلف شاشة تلفاز مسطحة أو شاشة عرض مسطحة أو جهاز مشابه. في واحدة أو أكثر من النماذج، الهواء الذي يتم إطلاقه من المبخِّر غير المباشر يتم إطلاقه خارج حيز المبنى. في واحدة أو أكثر من النماذج، يتم ضخ مجفف السائل إلى مولِّد يتم تركيبه خارج الحيز عبر مبادل حراري. في واحدة أو أكثر من النماذج، المبادل الحراري يضم خطين مرتبطين معًا

حراريًا لتوفير وظيفة تبادل الحرارة. في واحدة أو أكثر من النماذج، يستقبل المولِّد الحرارة من مصدر حرارة. في واحدة أو أكثر من النماذج، تكون وحدة التسخين عبارة عن مصدر تسخين شمسي solar heat source. في واحدة أو أكثر من النماذج، تكون وحدة التسخين عبارة عن سخَّان ماء يعمل باحتراق الغاز gas-fired water heater. في واحدة أو أكثر من النماذج، تكون وحدة التسخين عبارة عن أنبوب بخار. في واحدة أو أكثر من النماذج، تكون وحدة التسخين عبارة عن الحرارة المهدرة waste heat من عملية صناعية أو أي مصدر تسخين مناسب آخر. في واحدة أو أكثر من النماذج، يمكن تحويل وحدة التسخين لتوفير حرارة إلى وحدة التكييف لعملية التدفئة في الشتاء winter heating operation. في واحدة أو أكثر من النماذج، توفِّر وحدة التسخين أيضًا حرارة للمبخِّر غير المباشر. في واحدة أو أكثر من النماذج، يمكن توجيه المبخِّر غير المباشر لتوفير هواء دافئ رطب humid warm air للحيز أكثر من الهواء الذي يتم إطلاقه إلى الخارج.

وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج، يتم استخدام المبخِّر غير المباشر لتوفير الهواء المسخَّن والمرطَّب لتزويد تيار الهواء إلى الحيز بينما يتم استخدام وحدة التكييف على نحو متزامن لتوفير الهواء المسخَّن والمرطَّب للحيز نفسه. يسمح هذا للنظام لتوفير الهواء المسخَّن والمرطَّب إلى الحيز في ظروف الشتاء. يتم تسخين وحدة التكييف ويتم لفظ بخار الماء من المادة المُجفِّفة يمكن تسخين المبخِّر غير المباشر أيضًا ويتم لفظ بخار الماء من الماء السائل liquid water. يوفِّر المبخِّر غير المباشر ووحدة التكييف معًا هواء مرطَّب مسخَّن heated humidified air لحيز المبنى لظروف التسخين في الشتاء.

لا يقصد بأي حال من الأحوال تفسير وصف التطبيقات على أنه يقيد الكشف بهذه التطبيقات. يمكن تصوُّر العديد من الصور البنائية للجمع بين العناصر المختلفة المذكورة أعلاه حيث لكلٍ مزاياه وعيوبه. لا يقتصر الكشف الحالي بأية طريقة على مجموعة أو خليط معين من هذه العناصر.

شرح مختصر للرسومات

شكل ١ يوضِّح نظام تكييف هواء بمجفف للسائل تمثيلي بـ ٣ طرق باستخدام مبرِّد chiller أو مصادر تسخين أو تبريد خارجية.

شكل ٢ يبيّن وحدة غشائية membrane module تمثيلية يمكن تهيئتها على نحو مرن يضم أطباق مجفف السائل liquid desiccant plates بـ ٣ طرق.

شكل ٣ يوضّح طبق غشائي membrane plate تمثيلي مفرد في الوحدة الغشائية لمادة تجفيف السائل للشكل ٢.

شكل ٤ يبيّن مخطَّط لنظام تكييف هواء بمجفف للسائل مصغَّر منفصل تقليدي.

شكل ٥أ يبيّن مخطَّط لنظام تكييف هواء بمجفف للسائل مصغَّر منفصل تمثيلي معضَّد بمبرِّد في وضع التبريد في فصل الصيف summer cooling mode وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج.

شكل ٥ب يبيّن مخطَّط لنظام تكييف هواء بمجفف للسائل مصغَّر منفصل تمثيلي معضَّد بمبرِّد في وضع التدفئة في فصل الشتاء winter heating mode وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج.

شكل ٦ يبيّن نموذج بديل لنظام تكييف هواء بمجفف للسائل مصغَّر منفصل باستخدام مبرِّد تبخيري غير مباشر indirect evaporative cooler ومصدر تسخين خارجي وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج.

شكل ٧ يبيّن نظام مجفف السائل المصغَّر المنفصل للشكل ٦ مهيأ للتشغيل في وضع التدفئة في فصل الشتاء وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج.

شكل ٨ منظر منظوري لنظام مجفف السائل المصغَّر المنفصل التمثيلي المشابه للشكل ٥أ.

شكل ٩أ يوضّح منظر خلفي مقطوع للنظام في الشكل ٨.

شكل ٩ب يوضّح منظر أمامي مقطوع للنظام في الشكل ٨.

شكل ١٠ يبيّن منظر ثلاثي الأبعاد لنظام مجفف السائل المصغَّر المنفصل للشكل ٦ وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج.

شكل ١١ يبيّن منظر مقطوع للنظام في الشكل ١٠ وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج.

شكل ١٢ يوضّح إمداد تمثيلي لمادة تجفيف السائل وهيكل الرجوع return structure يضم انبوبين من البلاستيك plastic tubes مرتبطين يشكّلان تأثير تبادل حراري heat exchange وفقًا لواحد أو أكثر من النماذج.

الوصف التفصيلي:

شكل ١ يصوِّر نوع جديد من نظام مجفف السائل بحسب الموصوف بتفصيل أكثر في طلب البراءة الأمريكية المنشور برقم ٢٠١٢٠١٢٥٠٢٠، التي تم تضمينها جميع محتوياتها بالكامل هنا كمرجع. وحدة تكييف ١٠١ تضم مجموعة هياكل أطباق plate structures مجوَّفة من الداخل. يتم توليد مائع نقل حرارة بارد في مصدر بارد ١٠٧ ويتم إدخاله في الأطباق. يتم إحضار محلول مجفف للسائل Liquid desiccant solution عند ١١٤ على السطح الخارجي للأطباق ويجري باتجاه الأسفل على السطح الخارجي لكل الأطباق. يجري مجفف السائل خلف غشاء رقيق موجود بين تدفق الهواء وسطح الأطباق. يتم عندئذ نفخ الهواء الخارجي ١٠٣ عبر مجموعة الأطباق المتموجة wavy plates. يجذب مجفف السائل على سطح الأطباق بخار الماء في تدفق الهواء ويساعد ماء التبريد داخل الأطباق على تثبيط ارتفاع درجة حرارة الهواء. يتم وضع الهواء المعالج ١٠٤ في حيز المبنى.

يتم تجميع مجفف السائل عند الجزء السفلي للأطباق المتموجة عند ١١١ ويتم نقله عبر المبادل الحراري ١١٣ إلى أعلى المولِّد ١٠٢ إلى النقطة ١١٥ حيث يتم توزيع مجفف السائل عبر الأطباق المتموجة للمولِّد. يتم نفخ الهواء الراجع أو الهواء الخارجي اختياريا ١٠٥ عبر طبق المولِّد regenerator plate ويتم نقل بخار الماء من مجفف السائل في تيار الهواء الخارج ١٠٦. مصدر التسخين الاختياري ١٠٨ يوفِّر القوة المحرِّكة لإعادة التوليد. يمكن وضع مائع النقل الساخن ١١٠ من وحدة التسخين داخل الأطباق المتموجة للمولِّد مثل ما يحدث مع مائع نقل الحرارة البارد على وحدة التكييف. مرة أخرى، يتم تجميع مجفف السائل عند الجزء السفلي للأطباق المتموجة ١٠٢ دون الحاجة إلى أي من وعاء أو حوض للتجميع بحيث أيضًا يمكن أن يتدفق الهواء المولِّد أفقيًا أو عموديًا. يمكن استخدام مضخَّة تسخين heat pump إضافية ١١٦ لتوفير التبريد والتسخين للسائل المُجفِّف. من الممكن أيضًا توصيل مضخة حرارة بين المصدر البارد ١٠٧ والمصدر الساخن ١٠٨، والتي تقوم بالتالي بضخ الحرارة من موائع التبريد cooling fluids أكثر من المادة المُجفِّفة.

شكل ٢ يصف مبادل حراري ذو ٣ طرق بحسب الموصوف بمزيد من التفصيل في طلبات البراءات الأمريكية ذات الأرقام التسلسلية ١٣/٩١٥١٩٩ المودعة في ١١ يونيو ٢٠١٣، ١٣/٩١٥٢٢٢ المودعة في ١١ يونيو ٢٠١٣، و١٣/٩١٥٢٦٢ المودعة في ١١ يونيو ٢٠١٣، التي تم تضمين محتوياتها بالكامل هنا كمرجع. يدخل مجفف السائل الهيكل عبر المنافذ ٣٠٤ ويتم توجيهه إلى خلف سلسلة الأغشية بحسب الموصوف في شكل ١. يتم تجميع مجفف السائل وإزالته

عبر المنافذ ٣٠٥. يتم التزويد بمائع التبريد أو التسخين عبر المنافذ ٣٠٦ ويجري بعكس تيار الهواء ٣٠١ داخل هياكل الأطباق المجوَّفة، أيضًا بحسب الموصوف في شكل ١ وبمزيد من التفصيل في شكل ٣. تخرج موائع التبريد والتسخين عبر المنافذ ٣٠٧. يتم توجيه الهواء المعالج ٣٠٢ إلى الحيز في المبنى أو يتم إطلاقه بحسب الظروف.

شكل ٣ يصف مبادل حراري ذو ٣ طرق بحسب الموصوف بتفصيل أكثر في الطلبات المؤقتة للبراءة الأمريكية ذات الرقم التسلسلي ٦١/٧٧١٣٤٠ المودعة في ١ مارس ٢٠١٣، التي تم تضميها جميع محتوياتها بالكامل هنا كمرجع. يتدفق تيار الهواء ٢٥١ بعكس تيار مائع التبريد cooling fluid stream ٢٥٤. تحوي الأغشية ٢٥٢ مجفف للسائل ٢٥٣ يسقط على امتداد الجدار ٢٥٥ الذي يحتوي على مائع نقل الحرارة ٢٥٤. يكون بخار الماء ٢٥٦ المسحوب في تيار الهواء قادرًا على نقل الغشاء ٢٥٢ ويتم امتصاصه في مجفف السائل ٢٥٣. يتم توصيل حرارة الماء المتكثِّف ٢٥٨ التي يتم إطلاقها أثناء الامتصاص عبر الجدار ٢٥٥ إلى داخل مائع نقل الحرارة ٢٥٤. يتم أيضًا توصيل الحرارة المحسوسة Sensible heat ٢٥٧ من تيار الهواء عبر الغشاء ٢٥٢، مجفف السائل ٢٥٣ والجدار ٢٥٥ إلى داخل مائع نقل الحرارة ٢٥٤.

شكل ٤ يوضِّح رسم بياني تخطيطي لنظام تكييف الهواء المصغَّر المنفصل التقليدي بحسب ما يتم تركيبه عادةً على المباني. تضم الوحدة مجموعة مكوِّنات داخلية تولِّد هواء مبرَّد، ومزال الرطوبة منه ومجموعة مكوِّنات خارجية تطلق الحرارة إلى البيئة. المكوِّنات الداخلية تضم ملف تبريد (المبخِّر) ٤٠١ تدفع من خلاله المروحة ٤٠٧ الهواء ٤٠٨ من الغرفة. يبرِّد ملف التبريد الهواء ويكثِّف بخار الماء على الملف الذي يتم التحكم فيه في وعاء الصرف drain pan ٤١٨ ويتم نقله عبر الأنبوب إلى الخارج ٤١٩. يتم تدوير الهواء المبرَّد، المجفَّف الناتج ٤٠٩ في الحيز ويوفِّر الراحة لشاغلي المكان. يستقبل ملف التبريد cooling coil ٤٠١ المبرِّد السائل عند درجات ضغط تبلغ نمطيًا ٥٠-٢٠٠ رطل لكل بوصة مربعة عبر الخط ٤١٢، الذي تم تمديده بالفعل إلى درجة حرارة وضغط منخفضة بواسطة صمام توسيع expansion valve ٤٠٦. يبلغ ضغط سائل تبريد في الخط ٤١٢ نمطيًا ٣٠٠-٦٠٠ رطل لكل بوصة مربعة. يدخل المبرِّد السائل البارد ٤١٠ ملف التبريد ٤٠١ حيث يلتقط الحرارة من تيار الهواء ٤٠٨. تعمل الحرارة من تيار الهواء على تبخير المبرِّد السائل في الملف ويتم نقل الغاز الناتج عبر الخط ٤٠٤ إلى المكوِّنات الخارجية وعلى نحو خاص إلى الضاغط compressor ٤٠٢ حيث تتم إعادة ضغطه إلى درجة ضغط عالي يبلغ نمطيًا

٣٠٠-٦٠٠ رطل لكل بوصة مربعة. في بعض الحالات يمكن أن يمتلك النظام ملفات تبريد متعددة multiple cooling coils ٤١٠، المراوح ٤٠٧ وصمامات التمديد expansion valves ٤٠٦، على سبيل المثال يمكن وضع تجميعة ملف التبريد cooling coil assembly في غرف متعددة بحاجة للتبريد.

إلى جانب الضاغط ٤٠٢، المكوّنات الخارجية تضم ملف مكثِّف condenser coil ٤٠٣ ومروحة مكثِّف condenser fan ٤١٧. تدفع المروحة ٤١٧ الهواء الخارجي ٤١٥ عبر ملف وحدة التكييف condenser coil ٤٠٣ حيث يلتقط الحرارة من الضاغط ٤٠٢ التي يتم لفظها بواسطة تيار الهواء ٤١٦. يخلق الضاغط ٤٠٢ سائل تبريد مضغوط ساخن hot compressed refrigerant في الخط ٤١١. يتم لفظ حرارة الضغط في ملف وحدة التكييف ٤٠٣. في بعض الحالات يمكن أن يمتلك النظام عدة ضواغط compressors أو ملفات مكثِّف condenser coils متعددة ومراوح. المكوّنات المستهلكة للطاقة الكهربية electrical energy بشكل أساسي هي الضاغط عبر الخط الكهربي electrical line ٤١٣، المحرِّك الكهربي electrical motor لمروحة وحدة التكييف عبر الإمداد الخط ٤١٤ ومحرِّك مروحة المبخِّر evaporator fan motor عبر الخط ٤٠٥. يستخدم الضاغط بوجه عام ما يقرب من ٨٠٪ من الكهرباء اللازمة لتشغيل النظام، حيث تستهلك كل من مراوح وحدة التكييف والمبخِّر حوالي ١٠٪ من الكهرباء.

شكل ٥أ يوضِّح تمثيل تخطيطي لنظام وحدة تكييف الهواء بمجفف سائل. تستقبل وحدة تكييف بـ ٣ طرق ٥٠٣ (الشبيه بوحدة التكييف ١٠١ للشكل ١) تيار الهواء ٥٠١ من الغرفة الهواء الراجع return air ("RA"). تحرِّك المروحة ٥٠٢ الهواء ٥٠١ عبر وحدة التكييف ٥٠٣ حيث يتم تبريد الهواء وإزالة الرطوبة منه. يتم التزويد بالهواء الجاف المبرَّد ٥٠٤ إمدادات تيار الهواء supply air stream ("SA") الناتج إلى الغرفة من أجل راحة شاغلي الحيز. تستقبل وحدة التكييف ذات الـ ٣ طرق ٥٠٣ المادة المُجفِّفة المركَّزة ٥٢٧ بالطريقة المشروحة في الأشكال ١-٣. من المفضَّل استخدام الغشاء على وحدة التكييف ذات الـ ٣ طرق ٥٠٣ لضمان احتواء المادة المُجفِّفة بوجه عام بشكل كامل وعدم قدرتها على الانتشار في تيار الهواء ٥٠٤. يتم نقل المادة المُجفِّفة المخفَّفة ٥٢٨، التي تحوي بخار الماء الملتقط إلى خارج المولِّد ٥٢٢. علاوة على ذلك يدخل الماء المبرَّد ٥٠٩ الذي يتم التزويد به بواسطة المضخَّة ٥٠٨، وحدة التكييف ٥٠٣ حيث يلتقط الحرارة من الهواء بالإضافة إلى الحرارة الكامنة التي يتم إطلاقها بالتقاط بخار الماء في المادة المُجفِّفة ٥٢٧.

يتم أيضًا جلب الماء الأكثر دفئًا ٥٠٦ إلى الخارج إلى المبادل الحراري ٥٠٧ على نظام المبرِّد ٥٣٠. من الجدير ملاحظة أنه على عكس النظام المصغَّر المنفصل للشكل ٤، الذي يتمتع بضغط عالي يتراوح بين ٥٠ و٦٠٠رطل لكل بوصة مربعة، تكون جميع الخطوط بين النظام الداخلي والخارجي للشكل ٥أ عبارة عن خطوط ماء ذات ضغط منخفض وخطوط مجفف سائل. يسمح هذا للخطوط أن تكون من البلاستيك غير المكلِّف بدلاً من خطوط سائل التبريد refrigerant lines في الشكل ٤، التي تكون نمطيًا من النحاس copper وتحتاج لدمسه من أجل تحمُّل درجات الضغط العالية لسائل التبريد high refrigerant pressures. من الجدير بالملاحظة أيضًا أن النظام في الشكل ٥أ لا يحتاج خط تصريف ناتج التكثيف condensate drain line مثل الخط ٤١٩ في شكل ٤. بدلاً من ذلك، أي رطوبة يتم تكثيفها في المادة المُجفِّفة تتم إزالتها كجزء من المادة المُجفِّفة نفسها. من شأن ذلك أن يلغي أيضًا المشاكل المتعلقة بنمو العفن في المياه الراكدة standing water كما يحدث في الأنظمة المصغَّرة المنفصلة التقليدية في الشكل ٤.

يغادر مجفف السائل ٥٢٨ وحدة التكييف ٥٠٣ ويتم تحريكه عبر المبادل الحراري الاختياري ٥٢٦ إلى المولِّد ٥٢٢ بواسطة المضخَّة ٥٢٥. إذا كانت خطوط المادة المُجفِّفة ٥٢٧ و٥٢٨ طويلة نسبيًا يمكن توصيلها حراريًا ببعضها البعض، مما يلغي الحاجة إلى المبادل الحراري ٥٢٦.

يضم نظام المبرِّد ٥٣٠ ماء للمبادل الحراري التبخيري المبرِّد ٥٠٧ الذي يبرِّد مائع التبريد الدائر circulating cooling fluid ٥٠٦. يتبخر السائل، سائل التبريد البارد cold refrigerant ٥١٧ في المبادل الحراري ٥٠٧ وبالتالي يمتص الطاقة الحرارية thermal energy من مائع التبريد ٥٠٦. عندئذ تتم إعادة ضغط المبرِّد الغازي gaseous refrigerant ٥١٠ بواسطة الضاغط ٥١١. يلفظ الضاغط ٥١١ غاز المبرِّد الساخن hot refrigerant gas ٥١٣، الذي تتم إسالته في المبادل الحراري المبرِّد condenser heat exchanger ٥١٥. من ثم يدخل المبرِّد السائل liquid refrigerant ٥١٤ صمام التوسيع ٥١٦، حيث يتم تبريده بسرعة ويخرج عند ضغط أقل. من الجدير ملاحظة أن نظام المبرِّد ٥٣٠ يمكن جعله مدمج بشكل كبير حيث يتعين مد خطوط الضغط العالي التي تحمل سائل التبريد (٥١٠، ٥١٣، ٥١٤ و٥١٧) لمسافة قصيرة جدًا فقط. علاوة على ذلك، بما أن نظام سائل التبريد بالكامل يوجد خارج الحيز المراد تكييفه، من الممكن استخدام المبرِّدات refrigerants التي لا يمكن استخدامها في الأماكن المغلقة مثل على سبيل المثال، ثاني أوكسيد الكربون carbon dioxide (CO_2)، الأمونيا Ammonia والبروبان Propane. أحيانًا يتم تفضيل

استخدام المبرِّدات المذكورة على المبرِّدات الشائع استخدامها R410A, R407A, R134A أو R1234YF، إلا أنه لا يفضل استخدامها في الأماكن المغلقة بسبب مخاطر قابلية نشوب حريق أو الاختناق أو الاستنشاق. عن طريق إبقاء جميع المبرِّدات بالخارج، يمكن إلغاء جميع هذه المخاطر إلى حدٍ كبير. عندئذ يطلق المبادل الحراري المبرِّد ٥١٥ حرارة لحلقة مائع تبريد cooling fluid loop أخرى ٥١٩ التي تجلب مائع نقل حرارة ساخن ٥١٨ إلى المولِّد ٥٢٢. تجلب مضخَّة التدوير Circulating pump ٥٢٠ مائع نقل الحرارة مرة أخرى إلى وحدة التكييف ٥١٥. بالتالي يستقبل المولِّد ذو الـ ٣ طرق ٥٢٢ مجفف السائل المخفَّف ٥٢٨ ومائع نقل حرارة ساخن ٥١٨. تجلب المروحة ٥٢٤ الهواء الخارجي ٥٢٣ ("OA") عبر المولِّد ٥٢٢. يلتقط الهواء الخارجي الحرارة والرطوبة من مائع نقل الحرارة ٥١٨ والمادة المُجفِّفة ٥٢٨ مما ينتج عنه إطلاق هواء ساخن رطب hot humid exhaust air ("EA") ٥٢١.

يستقبل الضاغط ٥١١ قدرة كهربية electrical power ٥١٢ والتي تمثِّل نمطيًا ٨٠٪ من القدرة الكهربية التي يستهلكها النظام. تستقبل أيضًا المروحة ٥٠٢ والمروحة ٥٢٤ قدرة كهربية ٥٠٥ و٥٢٩ على التوالي والتي تمثِّل معظم استهلاك القدرة المتبقي. تتمتع المضخَّات ٥٠٨، ٥٢٠ و٥٢٥ باستهلاك قدرة منخفض نسبيًا. من شأن الضاغط ٥١١ أن يعمل بكفاءة أكثر من الضاغط ٤٠٢ في شكل ٤ لعدة أسباب: من شأن المبخِّر ٥٠٧ في شكل ٥أ أن يعمل نمطيًا عند درجات حرارة أعلى من المبخِّر ٤٠١ في شكل ٤ لأن مجفف السائل سيعمل على تكثيف الماء عند درجات حرارة أعلى بكثير دون الحاجة إلى الوصول إلى مستويات التشبُّع في تيار الهواء. علاوة على ذلك ستعمل وحدة التكييف ٥١٥ في شكل ٥أ عند درجات حرارة أقل مقارنة بوحدة التكييف ٤٠٣ في شكل ٤ بسبب التبخُّر الذي يحدث على المولِّد ٥٢٢ الذي يحافظ على وحدة التكييف ٥١٥ مبرَّدة بشكل فعَّال. نتيجة لذلك من شأن النظام للشكل ٥أ استخدام كهرباء أقل مقارنة بالنظام في الشكل ٤ للوصول إلى نفس درجة الكفاءة لضاغط متساوي الإنتروبيا compressor isentropic efficiencies.

شكل ٥ب يبيِّن النظام نفسه إلى حدٍ كبير مثل الشكل ٥أ فيما عدا أن اتجاه مبرِّد الضاغط ٥١١' تم عكسه بحسب ما تمت الإشارة إليه بالأسهم على خطوط سائل التبريد ٥١٤ و٥١٠. يمكن عكس اتجاه تدفق سائل التبريد refrigerant flow بواسطة صمام عكس reversing valve ذو ٤ طرق (غير موضَّح) أو أي وسيلة مناسبة أخرى. من الممكن أيضًا بدل عكس اتجاه تدفق سائل

التبريد توجيه مائع نقل الحرارة الساخن ٥١٨ إلى وحدة التكييف ٥٠٣ ومائع نقل الحرارة البارد ٥٠٦ إلى المولِّد ٥٢٢. سيوفِّر ذلك عن التشغيل الحرارة إلى وحدة التكييف التي ستخلق عندئذ هواء ساخن رطب ٥٠٤ للحيز من أجل التشغيل في وضع الشتاء. عند التشغيل يعمل النظام عندئذ كمضخَّة حرارة heat pump، تضخ الحرارة من الهواء الخارجي ٥٢٣ لحيز الإمداد الهواء space supply air ٥٠٤. مع هذا على عكس النظام للشكل ٤، الذي يكون أيضًا قابلاً للعكس معظم الوقت، تقل بدرجة كبيرة خطورة تجمُّد الملف بسبب انخفاض حد تبلور المادة المُجفِّفة ٥٢٥ عنه بالنسبة لبخار الماء. في النظام في الشكل ٤، يحوي تيار الهواء ٥٢٣ بخار الماء وفي حال أصبح ملف وحدة التكييف ٤٠٣ بارد جدًا، من شأنه هذه الرطوبة أن تتكثَّف على الأسطح وتكوين ثلج على هذه الأسطح. من شأن الرطوبة نفسها في المولِّد للشكل ٥ب أن تتكثَّف في مجفف السائل الذي- عند التحكم فيه بشكل مناسب- لن يتبلور حتى درجة -٦٠ م° بالنسبة لبعض المواد المُجفِّفة مثل LiCl والماء.

شكل ٦ يوضِّح نموذج بديل لنظام مجفف للسائل مصغَّر منفصل. كما في الشكل ٥أ، تستقبل وحدة التكييف بمجفف السائل ذات الـ ٣ طرق ٥٠٣ تيار الهواء ٥٠١ الذي يتم تحريكه بواسطة المروحة ٥٠٢ عبر وحدة التكييف ٥٠٣. مع هذا على عكس الحال في الشكل ٥أ، يتم توجيه جزء ٦٠١ من إمدادات تيار الهواء supply air stream ٥٠٤ باتجاه وحدة تبريد تبخيرية evaporative cooling module غير مباشرة ٦٠٢ عبر مجموعات من الكوات louvers ٦١٠ و٦١١. عادة ما تتراوح نسبة تيار الهواء ٦٠١ بين صفر و٤٠٪ من تدفق تيار الهواء ٥٠٤. يتم عندئذ توجيه تيار الهواء الجاف ٦٠١ عبر وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة ذات الـ ٣ طرق ٦٠٢ التي يتم إنشائها على نحو مماثل لوحدة التكييف ذات الـ ٣ طرق ٥٠٣، فيما عدا أنه بدلاً من استخدام المادة المُجفِّفة خلف الغشاء، تحوي الوحدة عندئذ طبقة ماء رقيقة خلف الغشاء المذكور مزوَّد بمصدر ماء ٦٠٧. يمكن أن تكون طبقة الماء الرقيقة المذكورة عبارة عن ماء صالح للشرب، ماء غير صالح للشرب، ماء بحر أو ماء صرف أو أي ماء آخر يحوي مادة معظمها ماء. تتبخر طبقة الماء الرقيقة في تيار الهواء الجاف ٦٠١ مما ينتج عنه تأثير تبريد في مائع نقل الحرارة ٦٠٤ الذي يتم تدويره بعد ذلك إلى وحدة التكييف في صورة مائع نقل حرارة بارد ٦٠٥ بواسطة المضخَّة ٦٠٣. من ثم يقوم الماء البارد ٦٠٥ بتبرِّيد وحدة التكييف ٥٠٣، مما ينتج عنه هواء مبرَّد جاف cooler drier air ٥٠٤، مما ينتج عنه تأثير تبريد أقوى في الوحدة التبخيرية غير المباشرة indirect

evaporative module ٦٠٢. نتيجة لذلك تصبح إمدادات الهواء ٥٠٤ في النهاية جافة وباردة ويتم التزويد بها إلى الحيز من أجل راحة شاغلي الحيز. تستقبل أيضًا وحدة التكييف Conditioner module ٥٠٣ مجفف للسائل مركَّز concentrated liquid desiccant ٥٢٧ يمتص الرطوبة من تيار الهواء ٥٠١. من ثم تتم إعادة مجفف السائل المخفَّف ٥٢٨ إلى المولِّد ٥٢٢ كما في الشكل ٥أ. من الممكن وضع وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة ٦٠٢ خارج الحيز بدلاً من داخله، ولكن بسبب الحرارة من المستحسن تركيب المبخِّر غير المباشر ٦٠٢ بالقرب من وحدة التكييف ٥٠٣. لا تعمل وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة ٦٠٢ على تبخير كل الماء (نمطيًا ٥٠ إلى ٨٠٪) وبالتالي يتم استخدام المصرف drain ٦٠٨. يتم جلب تيار الهواء الذي يتم إطلاقه ٦٠٦ (EA"١") من وحدة التبريد التبخيرية ٦٠٢ إلى الخارج كونه دافئ ورطب جدًا

كما في شكل ٥أ، يمر مجفف السائل المركَّز ٥٢٧ والسائل المُجفِّف المخفَّف ٥٢٨ عبر المبادل الحراري ٥٢٦ بواسطة المضخَّة ٥٢٥. بحسب المذكور سابقًا يمكن للشخص توصيل الخطوط حراريًا ٥٢٧ و٥٢٨ مما يلغي الحاجة إلى المبادل الحراري ٥٢٦. بحسب المذكور سابقًا يستقبل المولِّد ذو الـ ٣ طرق ٥٢٢ تيار الهواء الخارجي ٥٢٣ عبر المروحة ٥٢٤. وبحسب المذكور سابقًا يتم وضع مائع نقل حرارة ساخن ٥١٨ على وحدة المولِّد regenerator module ذات الـ ٣ طرق ٥٢٢ بواسطة المضخَّة ٥٢٠. مع هذا على عكس النظام في الشكل ٥أ، لا توجد حرارة من الضاغط لاستخدامها في المولِّد ٥٢٢، وعليه يجب التزويد بمصدر تسخين خارجي external heat source ٦٠٩. يمكن ان يكون مصدر التسخين المذكور عبارة عن سخَّان ماء يعمل بالغاز gas water heater، وحدة للطاقة الشمسية solar module، وحدة حرارية شمسية/ وحدة بي في PV مهجنة hybrid (وحدة بي في تي PVT)، يمكن أن يكون ذلك عبارة حرارة من حلقة البخار steam loop أو أي مصدر تسخين آخر مناسب أو ماء ساخن. من أجل تجنب التركيز الزائد للمادة المُجفِّفة ٥٢٨، يمكن استخدام تفريغ حرارة تكميلي supplemental heat dump ٦١٤ الذي يمكن أن يكون عبارة عن امتصاص الحرارة بشكل مؤقت من وحدة التسخين ٦٠٩. من ثم يكون استخدام مروحة ٦١٣ إضافية وتيار هواء ٦١٢ ضروريًا أيضًا. بالتأكيد يمكن ابتكار وصور أخرى من تفريغ الحرارة ويمكن عدم استخدامها طوال الوقت. تضمن وحدة التسخين ٦٠٩ تبخير الماء الزائد من المادة المُجفِّفة ٥٢٨ بحيث يمكن إعادة استخدامه على وحدة التكييف ٥٠٣. نتيجة لذلك التيار الذي يتم إطلاقه ٥٢١ (EA"٢") يضم هواء ساخن رطب. من الجدير ملاحظة أنه مرة أخرى لا

توجد حاجة لخطوط ضغط عالي بين المكوِّنات الداخلية والخارجية للنظام. تظهر الحاجة إلى خطر ماء منفرد للإمداد بالماء إلى جانب خط الصرف لإزالة الماء الزائد. مع هذا لا تظل هناك حاجة للضاغط والمبادل الحراري في هذا النموذج. نتيجة لذلك يستخدم النظام المذكور كهرباء أقل بدرجة ملحوظة مقارنة بالنظام في الشكل ٤ والنظام في الشكل ٥أ. يتمثَّل الاستهلاك الأكبر للكهرباء عندئذ في المراوح ٥٠٢ و٥٢٤ عبر خطوط الإمداد الكهربية ٥٠٥ و٥٢٩ على التوالي ومضخَّات السائل ٦٠٣، ٥٢٠ و٥٢٥. مع هذا تستهلك هذه الأجهزة قدرة أقل مقارنة بالضاغط ٤٠٢ في الشكل ٤.

شكل ٧ يوضِّح النظام للشكل ٦ وقد تمت إعادة تهيئته بدرجة طفيفة للسماح بتشغيله في وضع التدفئة في الشتاء. توفِّر وحدة التسخين ٦٠٩ عندئذ مائع نقل حرارة ساخن إلى وحدة التكييف ٥٠٣ عبر الخطوط ٧٠١. نتيجة لذلك ستكون إمدادات الهواء للحيز ٥٠٤ دافئة ورطبة. من الممكن أيضًا لتوفير مائع نقل حرارة ساخن ٧٠٣ إلى وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة ٦٠٢ وتوجيه الهواء الساخن الرطب الذي يتم إطلاقه ٧٠٢ للحيز بدلاً من الخارج. من شأن ذلك أن يزيد من قدرة التسخين والترطيب المتاحة للنظام بما أن كلاً من وحدة التكييف ٥٠٣ ووحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة ٦٠٢ (أو "السَّخان الذي يستحسن أن يكون دافعة) يتم تشغيلهما لتوفير الهواء الساخن الرطب نفسه ويمكن لهذا أن يكون مفيدًا حيث تكون الحاجة إلى القدرة على التسخين نمطيًا أعلى في الشتاء منها في الصيف.

شكل ٨ يبيِّن نموذج للنظام في الشكل ٥أ. يسمح مدخول الهواء ٨٠١ لهواء الحيز ٨٠٥ بالدخول إلى وحدة التكييف ٥٠٣ (غير موضَّح). يخرج الهواء الإمداد من جدول الخدمات ٨٠٣ في الحيز. يمكن استخدام شاشة تلفاز مسطحة ٨٠٢ أو لوحة، أو شاشة عرض أو أي جهاز آخر مناسب لإخفاء وحدة التكييف ٥٠٣. يعد أي جدار خارجي ٨٠٤ مكانًا منطقيًا لتركيب نظام وحدة التكييف. يمكن تركيب المولِّد ونظام المبرِّد chiller system ٨٠٧ في مكان خارجي مناسب ٨٠٦. تصل خطوط إمداد المادة المُجفِّفة والخطوط الراجعة ٨٠٩ وخطوط إمداد مائع نقل حرارة بارد والخطوط الراجعة ٨٠٨ جانبي النظام.

شكل ٩أ يبيِّن منظر مقطوع للجانب الخلفي للنظام في الشكل ٨. تستقبل وحدة المولِّد ٥٢٢ مجفف السائل من الخطوط ٨٠٩. تم أيضًا عرض الضاغط ٥١١ صمام التوسيع ٥١٦ ومبرِّدين

للمبادلات الحرارية السائلة liquid heat exchangers ٥٠٧ و٥١٥. لم يتم عرض مكوّنات أخرى من أجل التبسيط.

شكل ٩ب يبيّن منظر مقطوع للجانب الأمامي للنظام في الشكل ٨. تم حذف شاشة التلفاز المسطحة ٨٠٢ للسماح بعرض وحدة التكييف ٥٠٣.

شكل ١٠ يبيّن جانب من نموذج النظام في الشكل ٦. يمتلك النظام مدخول الهواء ٨٠١ وسجل الإمداد supply roster ٨٠٣ كما في النظام في الشكل ٨. كما في شكل ٨، يمكن استخدام تلفاز ٨٠٢ أو أي شيء مشابه لتغطية وحدة التكييف ٥٠٣. يتم تركيب الوحدة على الجدار ٨٠٤ وتوفير تكييف للحيز ٨٠٥. يمتلك النظام أيضًا عادم ٦٠٦ يخترق الجدار ٨٠٤. على الجهة الخارجية ٨٠٦، توفِّر وحدة المولِّد ٩٠٢ مجفف للسائل مركَّز إلى قسم وحدة التكييف conditioner section (غير موضَّح) عبر خطوط إمداد المادة المُجفِّفة والخطوط الراجعة ٨٠٩. يتم أيضًا عرض خط إمداد الماء ٩٠١. يمكن أن يكون مصدر مائع نقل حرارة ساخن عبارة عن وحدة PVT شمسية ٩٠٣ توفِّر الماء الساخن عبر الخط ٩٠٥ الذي يعمل بعد تبريده عبر المولِّد على إعادة مائع نقل الحرارة إلى وحدة PVT ٩٠٣ عبر الخط ٩٠٤. يمكن لصهريج تخرين ماء ساخن مدمج ٩٠٦ توفير كلاً من عازل ماء ساخن hot water buffer بالإضافة إلى كابح ballast لوحدة PVT ٩٠٣.

شكل ١١ يبيّن منظر مقطوع للنظام في الشكل ١٠. يمكن رؤية وحدة التكييف ٥٠٣ بوضوح كما هو الحال بالنسبة لوحدة المبخِّر غير المباشر ٦٠٢. داخل وحدة المولِّد ٩٠٢ يمكن للشخص رؤية وحدة المولِّد ٥٢٢ بالإضافة إلى مفرِّغ الحرارة heat dump الاختياري ٦١٤ والمروحة ٦١٢.

شكل ١٢ يوضِّح هيكل ٨٠٩ للإمداد بـ وإرجاع مجفف السائل إلى وحدة التكييف الداخلية indoor conditioning unit. يضم الهيكل مادة بوليمر polymer material مثل على سبيل المثال بولي بروبيلين مبثوق عالي الكثافة extruded High Density Polypropylene أو مادة بولي إيثيلين عالية الكثافة High Density Polyethylene material تضم ممرين ١٢٠١ و١٢٠٢ للإمداد بـ وإرجاع المادة المُجفِّفة على التوالي. يمكن صناعة الجدار ١٢٠٣ بين الممرين من بوليمر موصل للحرارة thermally conductive polymer، ولكن في حالات كثيرة قد لا يكون ذلك ضروريًا بسبب أن طول الهيكل ٨٠٩ نفسه يكون كافيًا لتوفير قدرة تبادل حراري كافية بين سوائل الإمداد والإرجاع.

بعد وصف عدة نماذج توضيحية، ينبغي تقدير أن العديد من التغييرات، التعديلات، والتحسينات

يمكن أن تخطر للأشخاص الماهرين في الفن. يقصد بهذه التغييرات، التعديلات، والتحسينات أن تشكِّل جزءًا من الوصف الحالي، ويقصد أن تقع ضمن روح ونطاق الوصف الحالي. في حين تتضمن بعض الأمثلة المقدَّمة هنا توليفات خاصة من الوظائف أو العناصر البنيوية، ينبغي فهم أنه من الممكن توليف هذه الوظائف والعناصر بطرق أخرى وفقًا للاختراع الحالي لتحقيق نفس الأهداف أو أهداف مختلفة. لا يقصد استثناء، تحديدًا، الإجراءات، العناصر، السمات التي تمت مناقشتها المتعلقة بأحد النماذج من الوظائف المشابهة أو الأخرى في نماذج أخرى. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تقسيم العناصر والمكونات الموصوفة هنا أكثر إلى مكوِّنات إضافية أو ربطها ببعضها لتشكيل مكوِّنات أقل لإجراء الوظائف نفسها. وفقًا لذلك، تم إيراد الوصف السابق والرسومات الملحقة على سبيل المثال فقط، ولا يقصد بهما التقييد.

قائمة التتابع:

"أ"	في الخارج
"ب"	في الداخل
"ج"	EA
"د"	OA
"هـ"	SA
"و"	RA
"ز"	حالة التبريد
"ح"	حالة التسخين

عناصر الحماية

١- نظام تكييف هواء مجفف للسائل liquid desiccant منفصل لتبريد وإزالة تيار الهواء المتدفق في حيز في المبنى، يشمل نظام تبريد الهواء بمجفف للسائل المنفصل split liquid desiccant:

توجد وحدة التكييف conditioner داخل المبنى، وحدة التكييف conditioner المذكورة تضم مجموعة هياكل أولى مرتبة في اتجاه موازي إلى حدٍ كبير، كل هيكل يكون له سطح واحد على الأقل يمكن أن يتدفق مجفف السائل liquid desiccant عبره، كل هيكل يشمل أيضًا ممر يمكن لمائع نقل الحرارة heat transfer fluid التدفق عبره، حيث تيار الهواء يتدفق بين الهياكل بحيث يزيل مجفف السائل liquid desiccant الرطوبة ويبرّد تيار الهواء، وحدة التكييف conditioner تضم أيضًا صفيحة sheet من مادة موضوعة بالقرب من السطح الواحد على الأقل لكل هيكل بين مجفف السائل liquid desiccant وتيار الهواء، تسمح صفيحة sheet المادة المذكورة بنقل بخار الماء بين مجفف السائل liquid desiccant وتيار الهواء؛

مولّد regenerator موجود خارج المبنى متّصل بوحدة التكييف conditioner بواسطة أحواض مجفف السائل liquid desiccant pipes لاستبدال مجفف السائل liquid desiccant بوحدة التكييف conditioner، المولّد regenerator المذكور تضم مجموعة هياكل ثانية مرتبة في اتجاه موازي إلى حدٍ كبير، كل هيكل يكون له سطح واحد على الأقل يمكن أن يتدفق مجفف السائل liquid desiccant عبره، كل هيكل يشمل أيضًا ممر يمكن لمائع نقل الحرارة heat transfer fluid التدفق عبره، يتسبَّب المولّد regenerator المذكور في مجَّ مجفف السائل liquid desiccant للماء إلى تيار الهواء المتدفق عبر المولّد regenerator؛

وحدة تبريد تبخيرية غير مباشرة indirect evaporative cooling unit مقترنة بوحدة التكييف conditioner لاستقبال مائع نقل الحرارة heat transfer fluid الذي يتدفق عبر الهياكل الأولى وجزء من تيار الهواء الذي تمت إزالة رطوبته ومبرَّد بوحدة التكييف conditioner، وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit المذكورة تضم مجموعة هياكل ثالثة مرتبة في اتجاه موازي إلى حدٍ كبير، كل هيكل يكون له سطح واحد على الأقل يمكن للماء التدفق عبره، كل هيكل يشمل أيضًا ممر يمكن لمائع نقل الحرارة heat transfer fluid من وحدة التكييف conditioner التدفق عبره، حيث جزء تيار الهواء المستلم من وحدة التكييف conditioner يتدفق بين الهياكل بحيث يتم تبخير الماء بواسطة تيار الهواء، ينتج عنه تبريد مائع نقل الحرارة heat

transfer fluid الذي تتم إعادته إلى وحدة التكييف conditioner، وحيث يتم إطلاق تيار الهواء المعالج بوحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit إلى الجو؛

جهاز تحريك تيار الهواء عبر وحدة التكييف conditioner ووحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit؛

جهاز تدوير مجفف السائل liquid desiccant عبر وحدة التكييف conditioner والمولّد regenerator؛ و

جهاز تدوير مائع نقل حرارة heat transfer fluid عبر وحدة التكييف conditioner ووحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit؛ و

مصدر حرارة لتسخين مائع نقل الحرارة heat transfer fluid في المولِّد regenerator.

٢- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث أحواض مجفف السائل liquid desiccant pipes تضم حوض أول لنقل مجفف السائل liquid desiccant من وحدة التكييف conditioner إلى المولِّد regenerator وحوض ثاني لنقل مجفف السائل liquid desiccant من المولِّد regenerator إلى وحدة التكييف conditioner، حيث يتصل الحوضان الأول والثاني بشكل وثيق لتسهيل نقل الحرارة heat transfer من مجفف السائل liquid desiccant المتدفق في واحد من الحوضين الأول والثاني لمادة تجفيف السائل liquid desiccant المتدفق في أيٍ من الحوضين الأول والثاني الآخرين.

٣- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث الحوضان الأول والثاني يشملان بنية مكوَّنة على نحو مدمج.

٤- النظام وفقًا لعنصر الحماية ٣، حيث الهيكل المكوَّن على نحو مدمج يشمل مادة بوليمر.

٥- النظام وفقًا لعنصر الحماية ٤، حيث جدار واحد على الأقل للهيكل بين الحوضين الأول والثاني يشمل بوليمر موصل للحرارة thermally conductive polymer.

٦- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث يتم تركيب وحدة التكييف conditioner على جدار داخل المبنى.

٧- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث تمتلك وحدة التكييف conditioner بشكل عام تصميم مُسطَّح flat configuration مُهيَّأ لإخفائه خلف شاشة عرض حاسوب، تلفاز، أو لوحة.

٨- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث توجد وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit داخل المبنى.

٩- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث توجد وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit خارج المبنى.

١٠- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث وحدة التسخين لتسخين مائع نقل الحرارة heat transfer fluid في المولّد regenerator تضم سخَّان ماء بالغاز gas water heater، وحدة للطاقة الشمسية solar module، وحدة module للطاقة الشمسية/ للضوء photovoltaic، أو حلقة البخار steam loop.

١١- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١، حيث ترتب الهياكل الأولى والثانية والثالثة في اتجاه عمودي وموازي إلى حدٍ كبير.

١٢- نظام تكييف هواء air conditioning مجفف للسائل liquid desiccant منفصل لتسخين وترطيب الرطوبة من تيار الهواء المتدفق في حيز في المبنى، نظام تبريد الهواء air conditioning system بمجفف للسائل المنفصل split liquid desiccant يشمل:

توجد وحدة التكييف conditioner داخل المبنى، وحدة التكييف conditioner المذكورة تضم مجموعة هياكل أولى مرتبة في اتجاه موازي إلى حدٍ كبير، كل هيكل يكون له سطح واحد على الأقل يمكن أن يتدفق مجفف السائل liquid desiccant عبره، كل هيكل يشمل أيضًا ممر يمكن

لمائع نقل الحرارة heat transfer fluid التدفق عبره، حيث يتدفق تيار الهواء بين الهياكل بحيث يرطّب مجفف السائل liquid desiccant ويسخّن تيار الهواء، وحدة التكييف conditioner تضم أيضًا صفيحة sheet من مادة موضوعة بالقرب من السطح الواحد على الأقل لكل هيكل بين مجفف السائل liquid desiccant وتيار الهواء، تسمح صفيحة sheet المادة المذكورة بنقل بخار الماء بين مجفف السائل liquid desiccant وتيار الهواء؛

مولّد regenerator موجود خارج المبنى متّصل بوحدة التكييف conditioner بواسطة أحواض مجفف السائل liquid desiccant pipes لاستبدال مجفف السائل liquid desiccant بوحدة التكييف conditioner، المولّد regenerator المذكور تضم مجموعة هياكل ثانية مرتبة في اتجاه موازي إلى حدٍ كبير، كل هيكل يكون له سطح واحد على الأقل يمكن أن يتدفق مجفف السائل liquid desiccant عبره، كل هيكل يشمل أيضًا ممر يمكن لمائع نقل الحرارة heat transfer fluid التدفق عبره، يتسبَّب المولّد regenerator المذكور في مجفف السائل liquid desiccant امتصاص الماء من تيار الهواء المتدفق عبر المولّد regenerator؛

وحدة تبريد تبخيرية غير مباشرة indirect evaporative cooling unit مقترنة بوحدة التكييف conditioner لاستقبال مائع نقل الحرارة heat transfer fluid الذي يتدفق عبر الهياكل الأولى وجزء من تيار الهواء الذي تم ترطيبه وتسخينه بواسطة وحدة التكييف conditioner، وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit المذكورة تضم مجموعة هياكل ثالثة مرتبة في اتجاه موازي إلى حدٍ كبير، كل هيكل يكون له سطح واحد على الأقل يمكن للماء التدفق عبره، كل هيكل يشمل أيضًا ممر يمكن لمائع نقل الحرارة heat transfer fluid من وحدة التكييف conditioner التدفق عبره، حيث جزء تيار الهواء المستلم من وحدة التكييف conditioner يتدفق بين الهياكل بحيث يتم تبخير بخار الماء من الماء، ينتج عنه ترطيب لتيار الهواء، وحيث تيار الهواء المعالج بوحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit يتم إطلاقه داخل المبنى؛

جهاز تحريك تيار الهواء عبر وحدة التكييف conditioner ووحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit؛

جهاز تدوير مجفف السائل liquid desiccant عبر وحدة التكييف conditioner والمولّد regenerator؛ و

جهاز تدوير مائع نقل حرارة heat transfer fluid عبر وحدة التكييف conditioner ووحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit؛ و

مصدر حرارة لتسخين مائع نقل الحرارة heat transfer fluid في وحدة التكييف conditioner ووحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit.

١٣- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٢، حيث أحواض مجفف السائل liquid desiccant pipes تضم حوض pipe أول لنقل مجفف السائل liquid desiccant من وحدة التكييف conditioner إلى المولِّد regenerator وحوض ثاني لنقل مجفف السائل liquid desiccant من المولِّد regenerator إلى وحدة التكييف conditioner، حيث يتصل الحوضان الأول والثاني على نحو وثيق لتسهيل نقل الحرارة heat transfer من مجفف السائل liquid desiccant المتدفق في واحد من الحوضين الأول والثاني لمادة تجفيف السائل liquid desiccant المتدفق في أيٍ من الحوضين الأول والثاني الآخرين.

١٤- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٣، حيث الحوضان الأول والثاني يشملان بنية مكوَّنة على نحو مدمج.

١٥- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٤، حيث الهيكل المكوَّن على نحو مدمج يشمل مادة بوليمر .

١٦- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٥، حيث جدار واحد على الأقل للهيكل بين الحوضين الأول والثاني يشمل بوليمر موصل للحرارة thermally conductive polymer.

١٧- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٢، حيث يتم تركيب وحدة التكييف conditioner على جدار داخل المبنى.

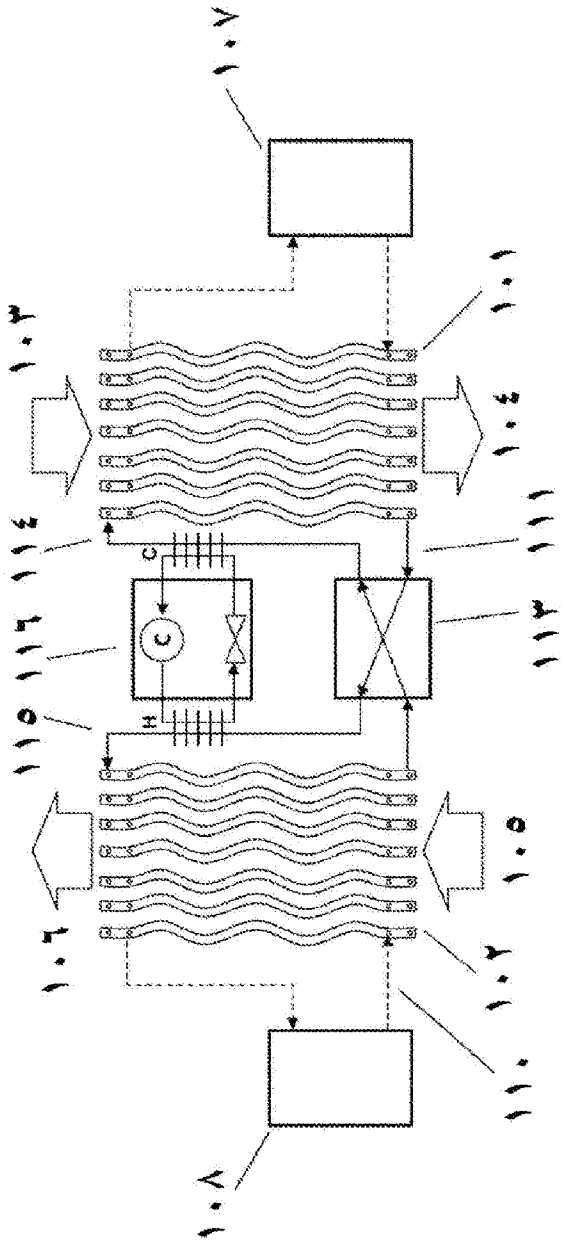
١٨- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٢، حيث تمتلك وحدة التكييف conditioner بشكل عام تصميم مسطَّح flat configuration مُهيَّأ لإخفائه خلف شاشة عرض حاسوب، تلفاز، أو لوحة.

١٩- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٢، حيث توجد وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit داخل المبنى.

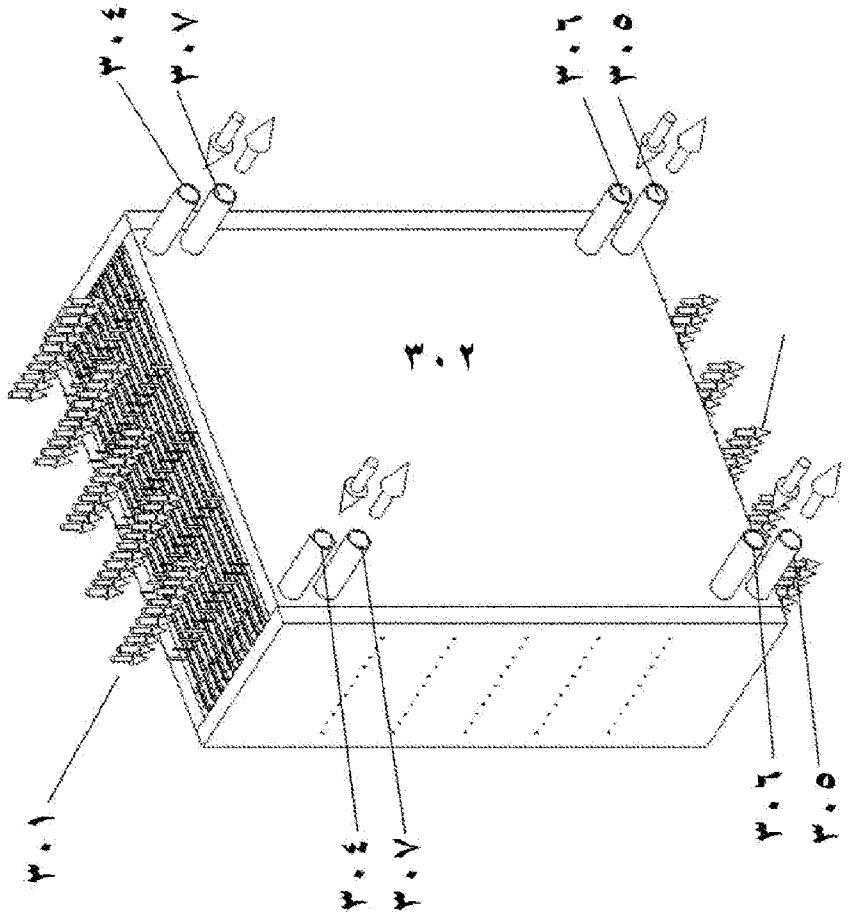
٢٠- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٢، حيث توجد وحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit خارج المبنى.

٢١- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٢، حيث وحدة التسخين لتسخين مائع نقل الحرارة heat transfer fluid في وحدة التكييف conditioner ووحدة التبريد التبخيرية غير المباشرة indirect evaporative cooling unit تضم سخَّان ماء بالغاز gas water heater، وحدة للطاقة الشمسية solar module، وحدة للطاقة الشمسية/ للضوء photovoltaic، أو حلقة البخار steam loop.

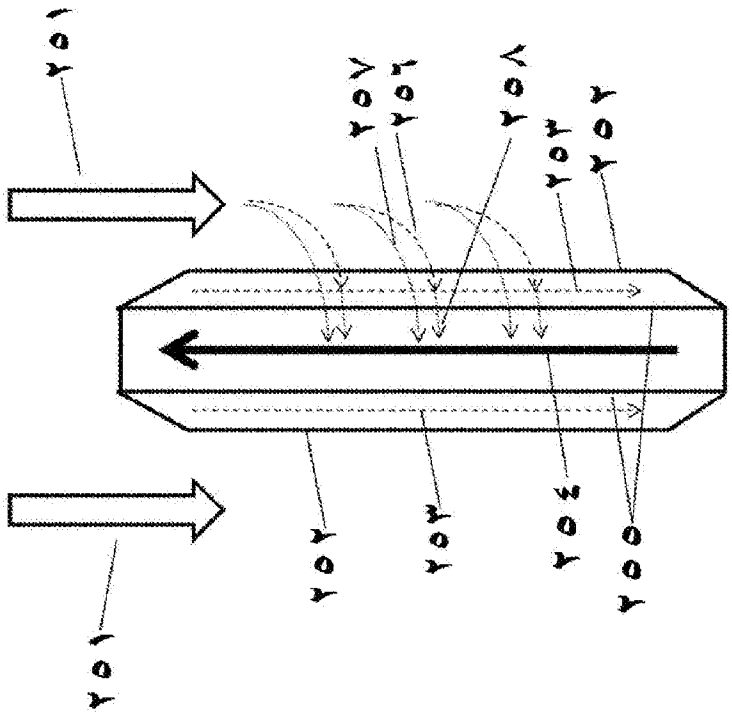
٢٢- النظام وفقًا لعنصر الحماية ١٢، حيث ترتب الهياكل الأولى والثانية والثالثة في اتجاه عمودي وموازي إلى حدٍ كبير.



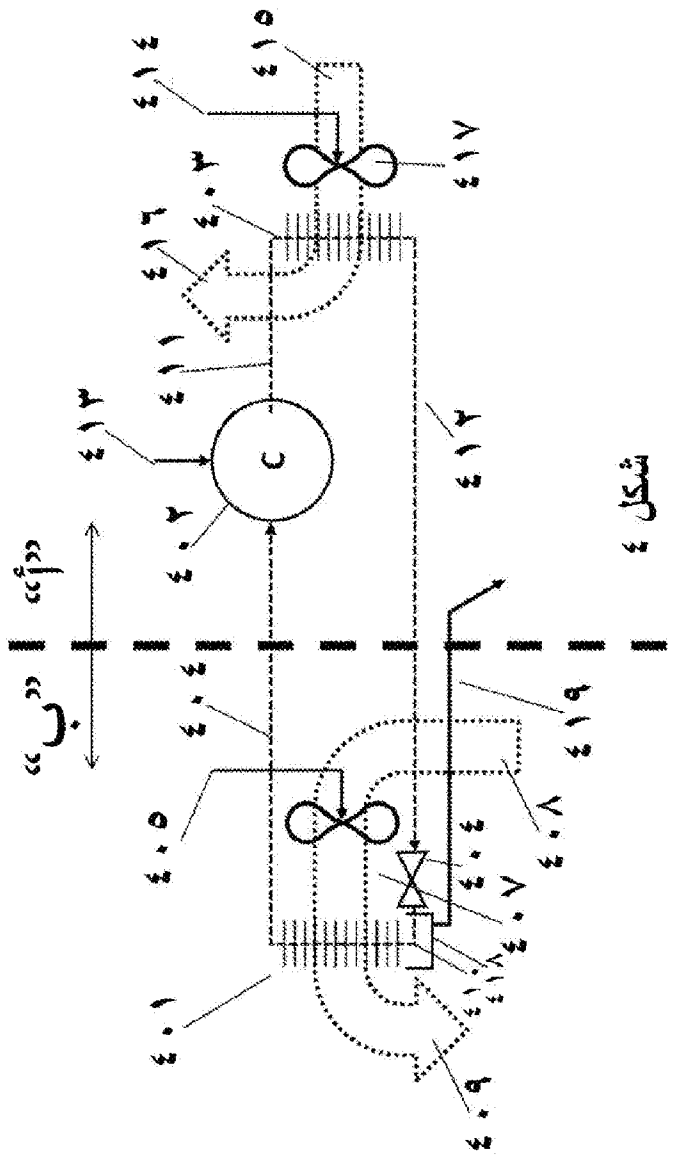
شكل ١



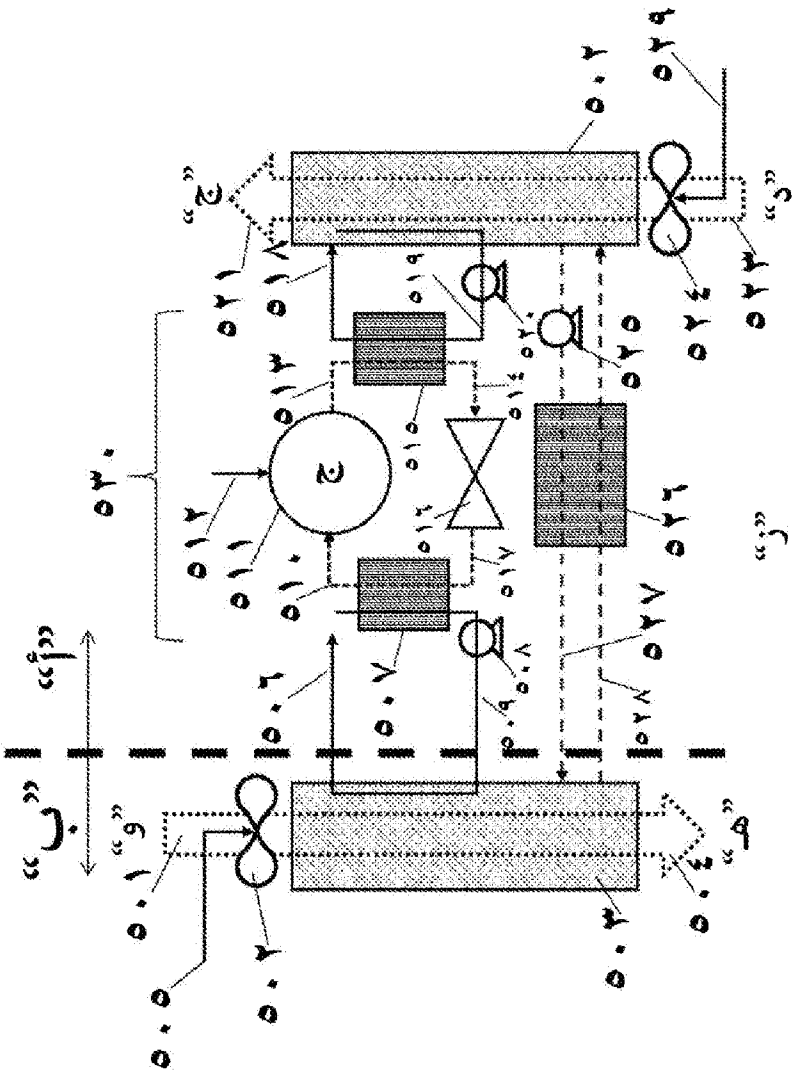
شكل ٢



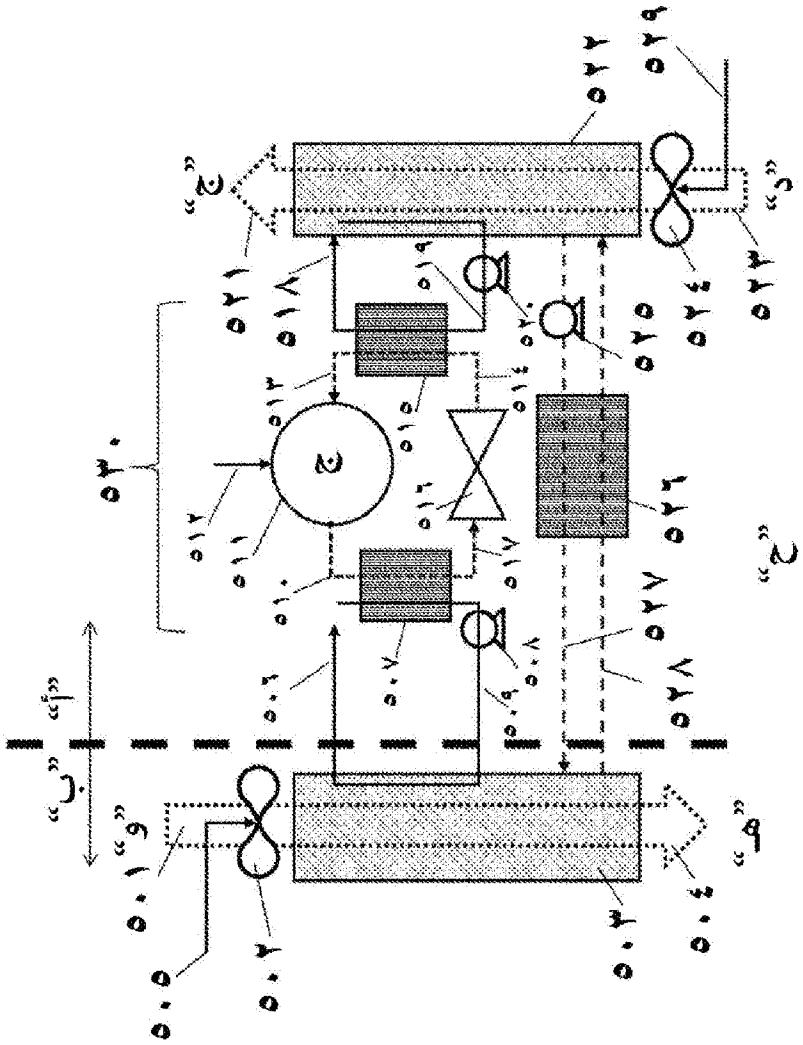
شكل ٣


"ب"
"أ"
C
٤٠١
٤٠٢
٤٠٣
٤٠٤
٤٠٥
٤٠٦
٤٠٧
٤٠٨
٤٠٩
٤١١
٤١٢
٤١٣
٤١٤
٤١٥
٤١٦
٤١٧
٤١٨
٤١٩

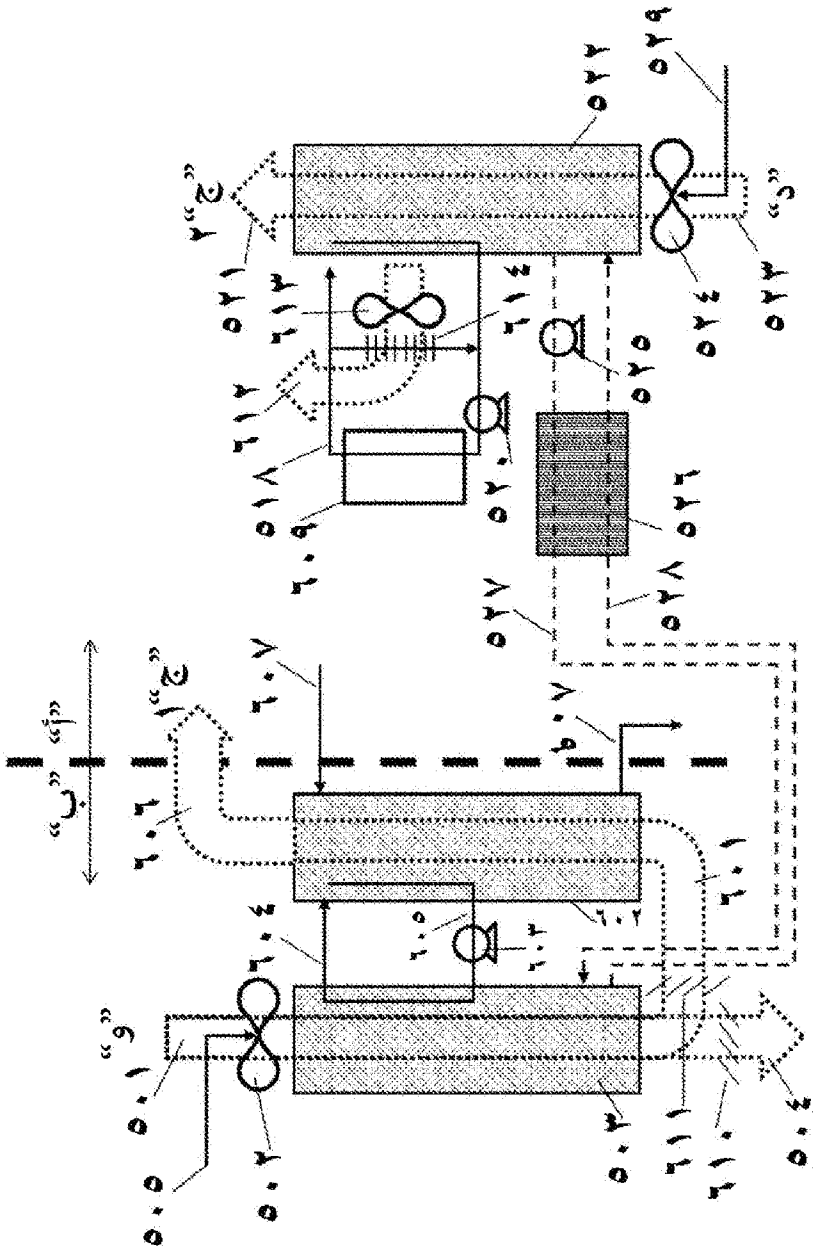
شكل ٤


أ
ب
ج
د
هـ
و
ز
٥٠٠
٥٠١
٥٠٢
٥٠٣
٥٠٤
٥٠٦
٥٠٧
٥٠٨
٥٠٩
٥١٠
٥١١
٥١٢
٥١٣
٥١٤
٥١٥
٥١٦
٥١٧
٥١٨
٥١٩
٥٢١
٥٢٣
٥٢٤
٥٢٦
٥٢٧
٥٢٨
٥٢٩
٥٣٠

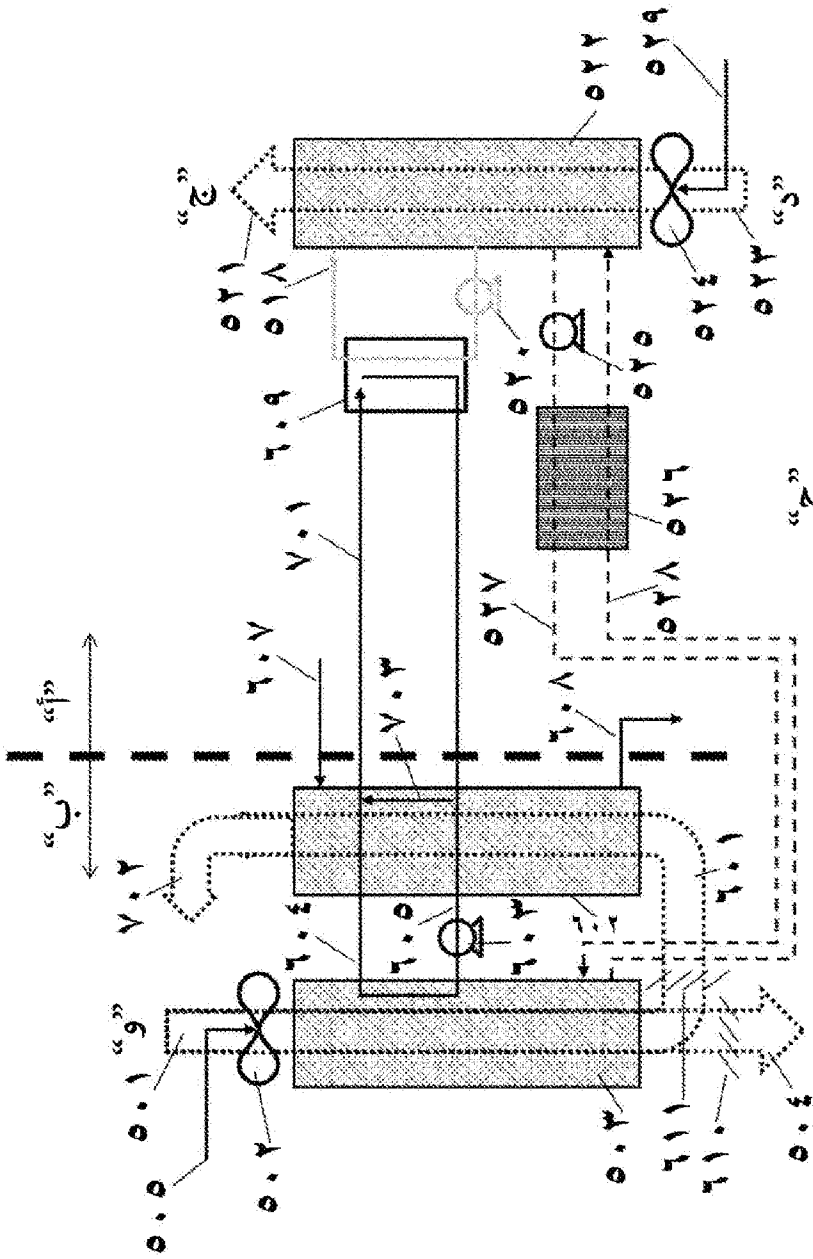
شكل ٥أ


ج
٥٣٠
٥٠١
٥٠٢
٥٠٣
٥٠٤
٥٠٥
٥٠٦
٥٠٧
٥٠٨
٥٠٩
٥١٠
٥١١
٥١٢
٥١٣
٥١٤
٥١٥
٥١٦
٥١٧
٥١٨
٥١٩
٥٢٠
٥٢١
٥٢٢
٥٢٣
٥٢٤
٥٢٥
٥٢٦
٥٢٧
٥٢٨
٥٢٩
أ
ب
ج
د
هـ
و
ز

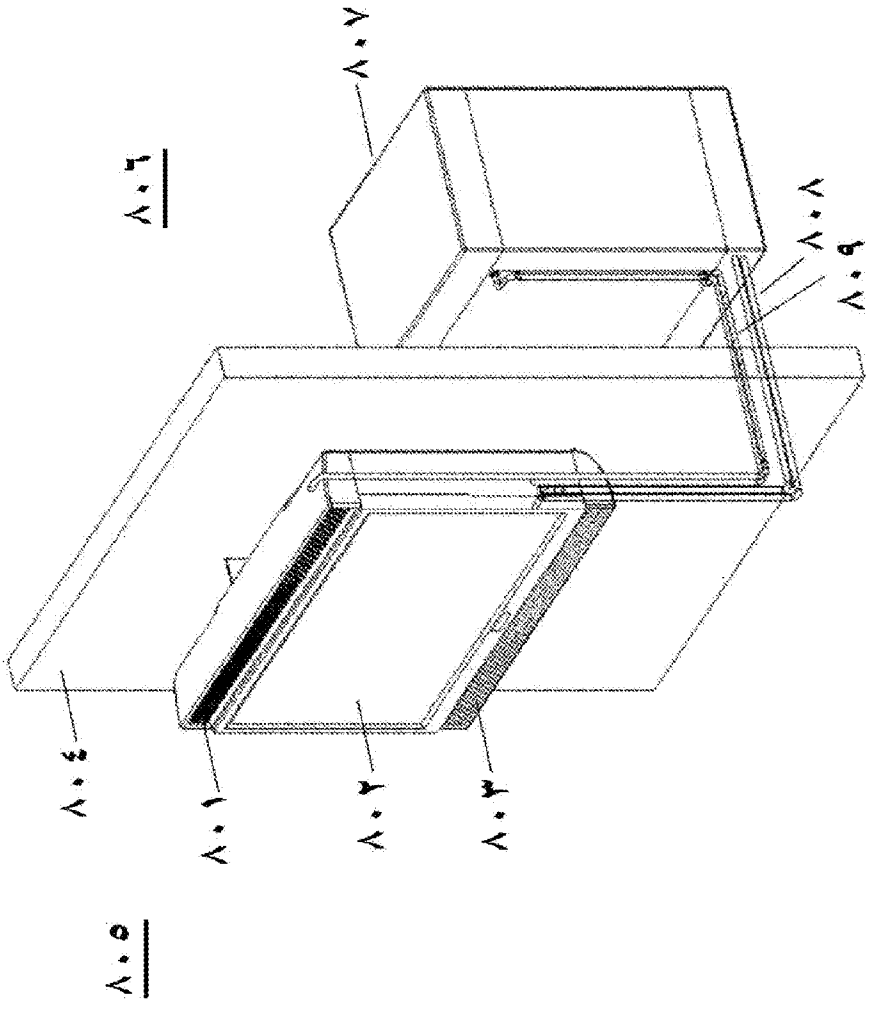
شكل ٥ ب



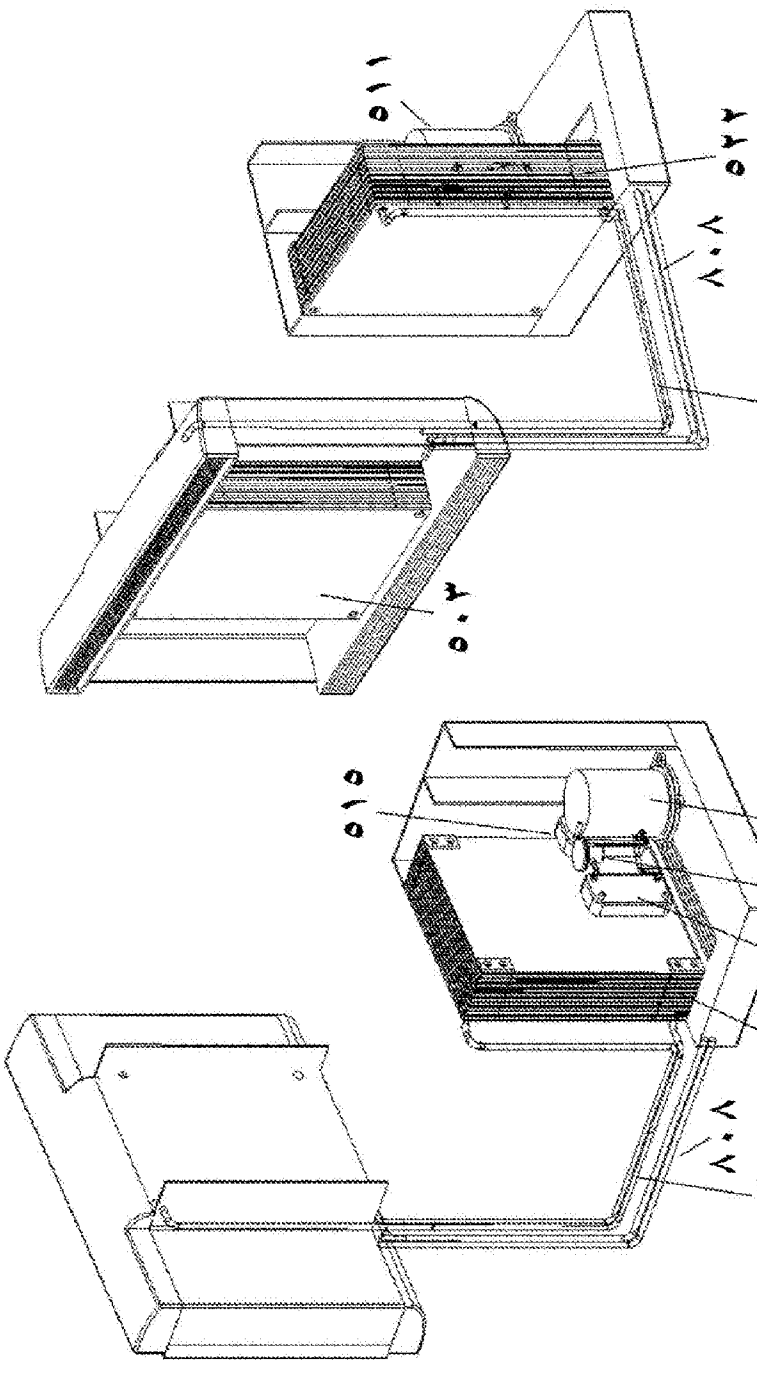
شكل ٦


"ب"
"ج"
"د"
"هـ"
"و"
٥٠٥
٥٠٢
٥٠١
٥٠٣
٥٠٤
٥٢١
٥١٨
٥٢٢
٥٢٩
٥٢٣
٥٢٤
٥٢٠
٥٢٥
٥٢٦
٥٢٧
٥٢٨
٦٠٩
٧٠١
٦٠٧
٧٠٣
٦٠٨
٧٠٢
٦٠٤
٦٠٥
٦٠٣
٦٠٢
٦٠١
٦١١
٦١٠

شكل ٧

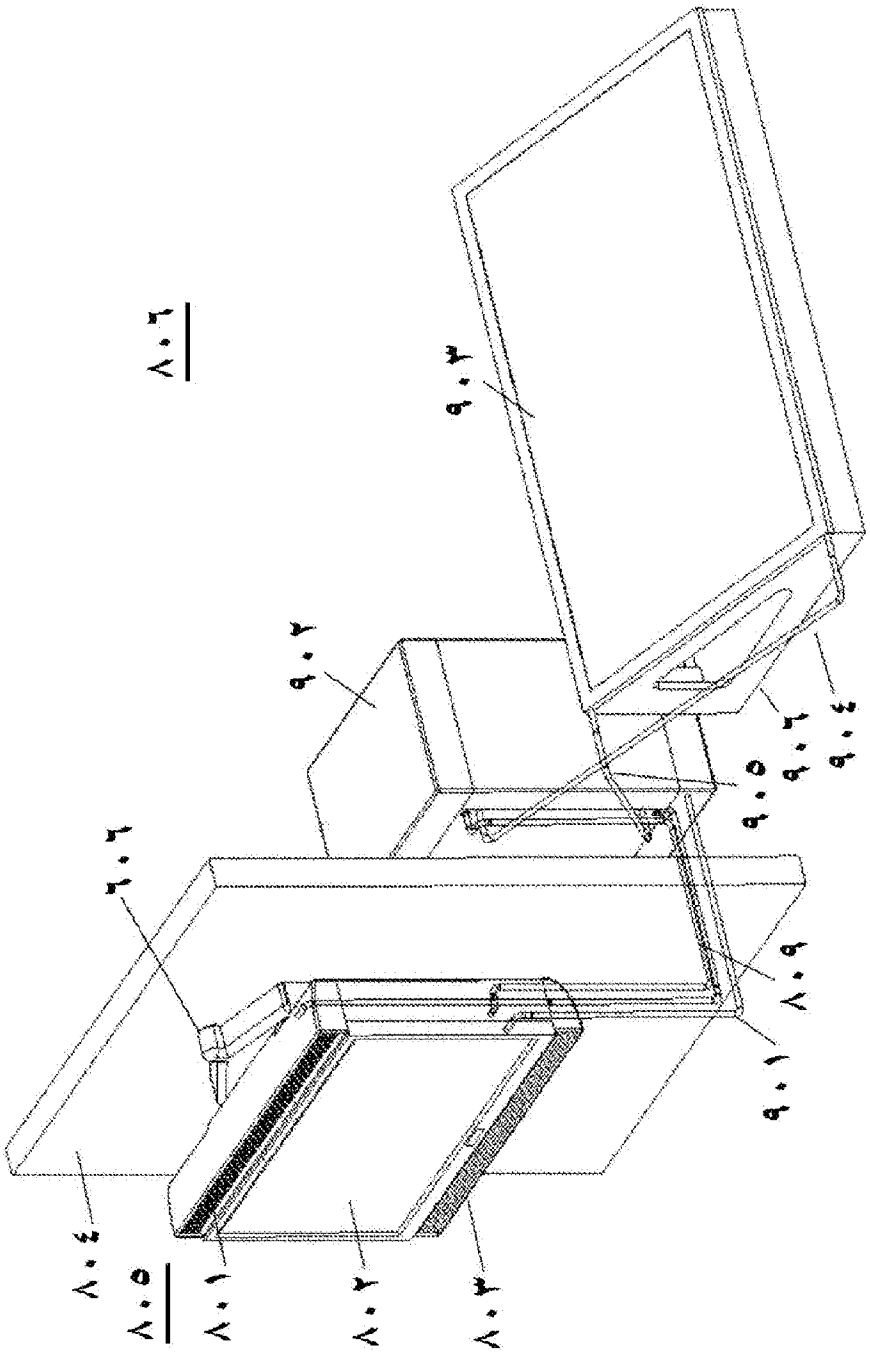


شكل ٨

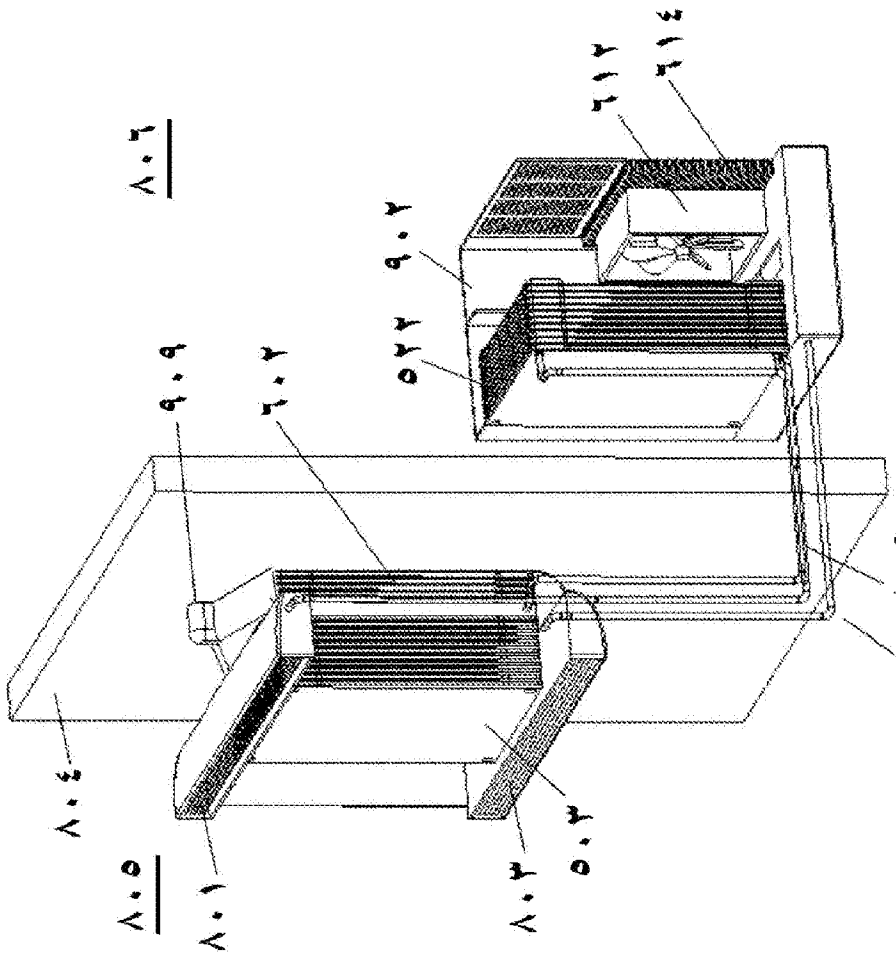


شكل ٩ ب

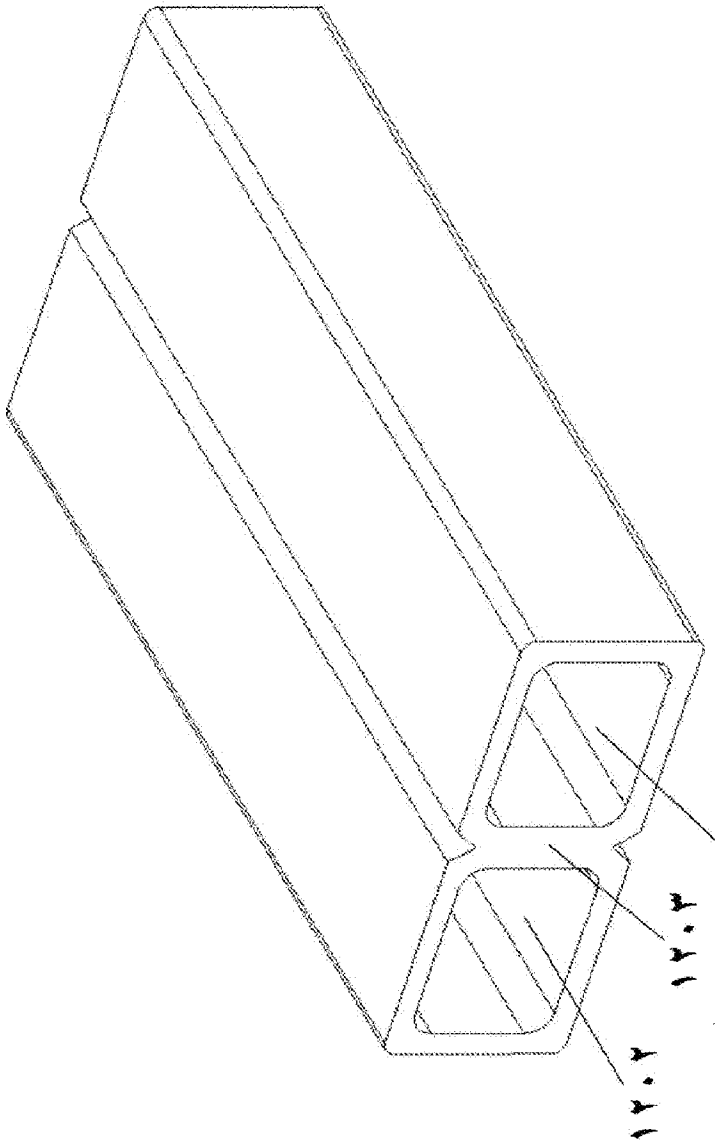
شكل ٩ أ



شكل ١٠



شكل ١١



شكل ١٢

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
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، مكتب البراءات السعودي
ص ب ٦٠٨٦ ، الرياض ١١٤٤٢ ، المملكة العربية السعودية
بريد الكتروني: patents@kacst.edu.sa