



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones



PCT

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

10-48164

21. **EXPEDIENTE No.** _____

54. **TÍTULO** FABRICACION DE UN CABLE DE RAJERO
TERMICO, DISEÑO, INSTALACION Y MANEJO, Y METODO
DE LOS MISMOS.

51. **CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL** _____

71. **SOLICITANTE** TYCO THERMA CONTROLS, LLC

DOMICILIO MENLO PARK, CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

74. **APODERADO** JERONIMO CASTILLO BOXILLA

22. **BOGOTÁ, D.C.,** _____

(FORMA P-10)

24-09-2010

PETITORIO



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164-00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

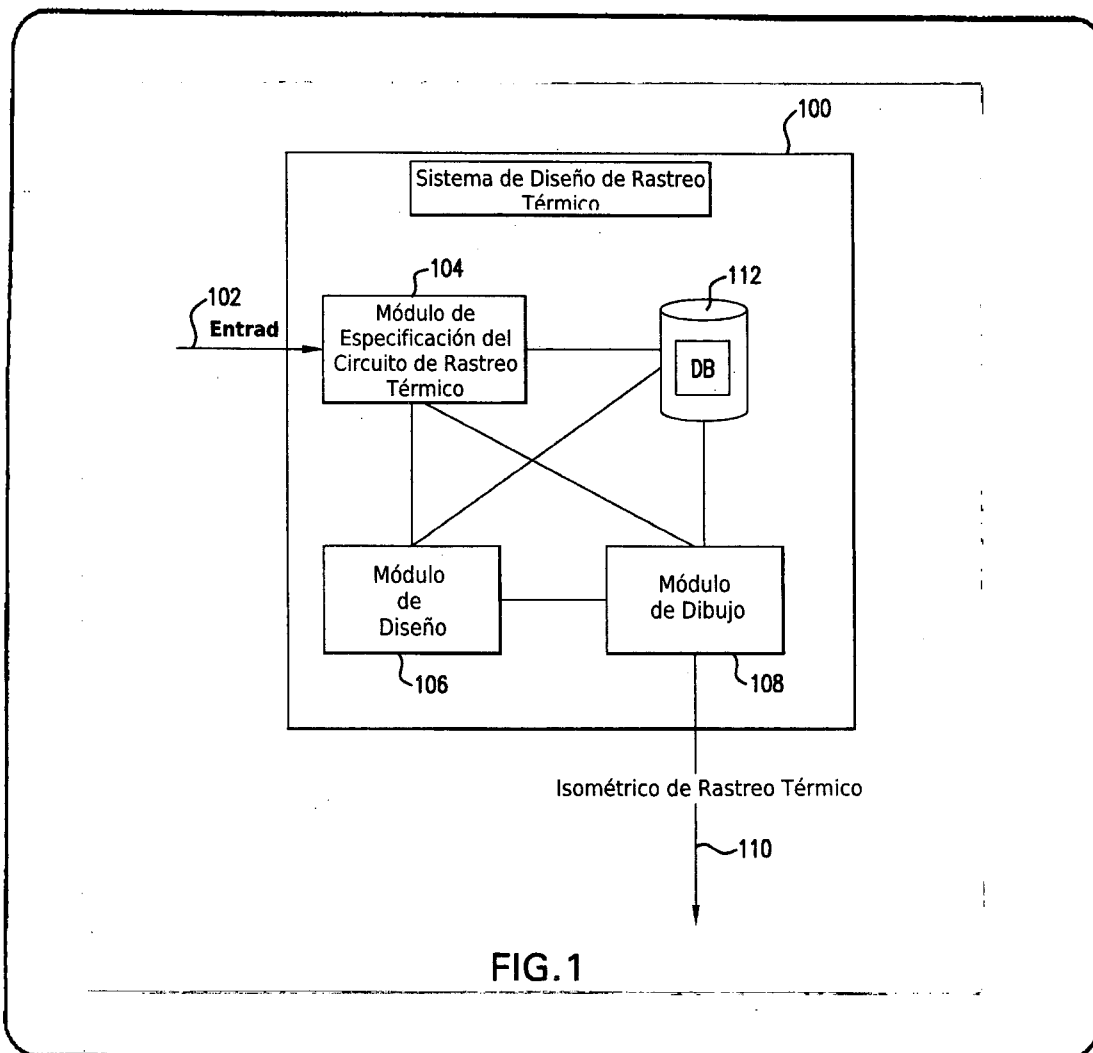
1 SOLICITUD DE : ☒ Patente de Invención. ☐ Patente de Modelo de Utilidad, ☒ Capítulo I. ☐ Capítulo II			
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: TYCO THERMAL CONTROLS LLC Dirección: 307 Constitution Drive, Menlo Park, California 94025, Estados Unidos de Nacionalidad o Domicilio: estadounidense Lugar de Constitución: Delaware Teléfono: Fax: E-mail:	IDENTIFICACIÓN C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____	
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: JERÓNIMO CASTILLO BONILLA Dirección: Calle 93A N° 14-17, Oficina 311 Bogotá, D.C. Teléfono: 2 363493 Fax: 2 182351 E-mail: info@pcastillopineda.com	IDENTIFICACIÓN C.C. ☒ , NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número 79462057 TP 104167	
4 INVENTOR (ES) (72)	Nombre: BOURGEOIS, Neil Dirección: # 1605 10160 115 St, Edmonton, Alberta, Canada Nacionalidad o Domicilio: canadiense		
5 PCT (86) Solicitud Internacional No. PCT/US2008/080916 Fecha Octubre 23, 2008 Publicación Internacional No. WO 2009/055545 A1 Fecha Abril 30, 2009			
6 Título (54) FABRICACION DE UN CABLE DE RASTREO TERMICO, DISEÑO, INSTALACION Y MANEJO, Y METODO DE LOS MISMOS.			
7 Clasificación Internacional (51) E03 B 7/14			
8 Prioridad Si ☒ NO ☐	(33) País de Origen US US US US	(32) Fecha Oct 24, 2007 Oct 24, 2007 Oct 24, 2007 Nov 2, 2007	(31) Número de Solicitud 60/982.369 60/982.376 60/982.373 60/984.780
9 Comprobante de pago No. Fecha			

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de representación de la solicitud.
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documentos de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Otros. Publicación Internacional y solicitud cambio de domicilio a Constitution Drive, Menlo Park, California 94025, Estados Unidos de América

11

FIGURA CARACTERÍSTICA:



12

Solicito la concesión de la patente.

NOMBRE: JERÓNIMO CASTILLO BONILLA

FIRMA:

C.C. 79462057

T.P. 104167

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK
RECEIVING OFFICE**

In re Application of:

Tyco Thermal Controls LLC.

Appln No.: PCT/US2008/080916

Filed: 23 October 2008

§

§

§

§

§

§

§

For: MANUFACTURE OF HEAT
TRACE CABLE, DESIGN,
INSTALLATION AND MANAGEMENT,
AND METHOD THEREOF

MAIL STOP PCT

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

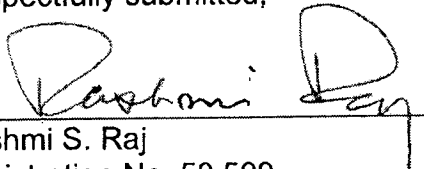
REQUEST UNDER 92BIS

Applicant requests, under Rule 92bis, the International Bureau change the address of the Applicant, Tyco Thermal Controls LLC for the above-identified matter to the following:

307 Constitution Drive
Menlo Park, California 94025
United States of America

If any additional information is required concerning this matter, please do not hesitate to contact us.

Respectfully submitted,



Rashmi S. Raj
Registration No. 50,500
TYCO THERMAL CONTROLS LLC
9 Roszel Road, IP law Dept.
Princeton, NJ 08540
Telephone: (609) 806-2154
Attorney for Applicant(s)

Page 1

(continuación prioridad)

(33) <u>País de origen</u>	(32) <u>Fecha</u>	(31) <u>Número de solicitud</u>
- <u>US</u>	<u>Nov 2,2007</u>	<u>60/984.772</u>
- <u>US</u>	<u>Nov 5,2007</u>	<u>11/983.056</u>

(continuación Inventores)

- Nombre : CASTILLO Elson ✓
- Dirección : 4807-190th Street, Edmonton, Alberta, Canada
- Nacionalidad : canadiense
- Nombre : DENG, Xiaorong ✓
- Dirección : Edmonton, Alberta, Canada
- Nacionalidad : canadiense
- Nombre : EASLEY, Michael ✓
- Dirección : 5314 Fairweather Court, Katy, Texas, Estados Unidos de América
- Nacionalidad : estadounidense
- Nombre : GILMOUR, Rodney ✓
- Dirección : #106 27019 Twp Road 514, Spruce Grove, Alberta, Canada
- Nacionalidad : canadiense
- Nombre : TODD, Mitchell ✓
- Dirección : 14750 SW Shoue Drive, Tigard, Oregon, Estados Unidos de América
- Nacionalidad : estadounidense
- Nombre : GUINARD, Bruno ✓
- Dirección : Les Franchises-La Chardone, Denice, Francia
- Nacionalidad : francesa
- Nombre : NOEL, Steven ✓
- Dirección : 13639 -135A Avenue, Edmonton, Alberta, Canada
- Nacionalidad : canadiense
- Nombre : HUNTER, Donald ✓
- Dirección : 5030 Canyon Gate Drive, Pasadena, Texas, Estados Unidos de América
- Nacionalidad : estadounidense
- Nombre : PRODUZNY, Brent ✓
- Dirección : 8324-171 Avenue NW, Edmonton, Alberta, Canada
- Nacionalidad : canadiense
- Nombre : WESTERHUIJS, Willem ✓
- Dirección : Arsenaal 19, Vijfhuizen, Países Bajos
- Nacionalidad : holandesa
- Nombre : HENSLEY, Cara ✓
- Dirección : 2222 Smith Street, Houston, Texas, Estados Unidos de América
- Nacionalidad : estadounidense

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
30 April 2009 (30.04.2009)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2009/055545 A1

(51) International Patent Classification:
E03B 7/14 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/US2008/080916

(22) International Filing Date: 23 October 2008 (23.10.2008)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:

60/982,369	24 October 2007 (24.10.2007)	US
60/982,376	24 October 2007 (24.10.2007)	US
60/982,373	24 October 2007 (24.10.2007)	US
60/984,780	2 November 2007 (02.11.2007)	US
60/984,772	2 November 2007 (02.11.2007)	US
11/983,056	5 November 2007 (05.11.2007)	US

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **BOURGEOIS, Neil** [CA/CA]; #1605 10160 115 St., Edmonton, Alberta T5K 1T6 (CA). **CASTILLO, Elson** [CA/CA]; 4807-190TH Street, Edmonton, Alberta T6M 2S7 (CA). **DENG, Xi-aorong** [CA/CA]; Edmonton, Alberta (CA). **EASLEY, Michael** [US/US]; 5314 Fairweather Court, Katy, TX 77450 (US). **GILMOUR, Rodney** [CA/CA]; #106 27019 Twp Rd 514, Spruce Grove, Alberta T7Y 1G6 (CA). **TODD, Mitchell** [US/US]; 14750 SW Shoue Drive, Tigard, OR 97224 (US). **HENSLEY, Cara** [US/US]; 2222 Smith Street, Apartment 314, Houston, TX 77002 (US). **GUINAND, Bruno** [FR/FR]; Les Franchises-La Chardonne, F-69640 Denice (FR). **NOEL, Steven** [CA/CA]; 13639-135A Avenue, Edmonton, Alberta T5L 3Z8 (CA). **HUNTER, Donald** [US/US]; 5030 Canyon Gate Drive, Pasadena, TX 77505 (US). **PODRUZYNY, Brent** [CA/CA]; 8324-171 Avenue NW, Edmonton, Alberta T5Z 3E3 (CA). **WESTERHUIJS, Willem** [NL/NL]; Arsenaal 19, NL-2141 MS Vijfhuizen (NL).

(71) Applicant (for all designated States except US): **TYCO THERMAL CONTROLS LLC** [US/US]; 2415 Bay Road, Redwood City, CA 94063 (US).

[Continued on next page]

(54) Title: MANUFACTURE OF HEAT TRACE CABLE, DESIGN, INSTALLATION, AND MANAGEMENT, AND METHOD THEREOF

(57) Abstract: The manufacture and installation of heat trace systems, particularly cables, are controlled from comprehensive controls in the design and management of the heat trace systems.

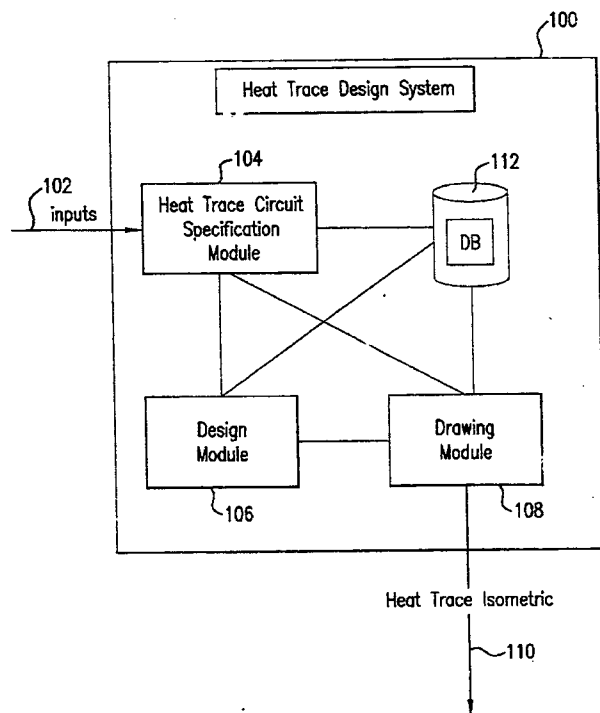


FIG.1

WO 2009/055545 A1



(74) Agent: PRATT, Wyatt; Tyco Flow Control, 9 Roszel Road, Princeton, NJ 08540 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,

TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report

MANUFACTURE OF HEAT TRACE CABLE, DESIGN, INSTALLATION, AND MANAGEMENT, AND METHOD THEREOF

BACKGROUND

[0001] This application is a continuation-in-part of U. S. Patent Application No. 11/983056 filed November 5, 2007 and claims the benefit of U.S. Provisional Application Serial No. 60/982,369 filed October 24, 2007; U.S. Provisional Application Serial No. 60/982,376 filed October 24, 2007; U.S. Provisional Application Serial No. 60/982,373 filed October 24, 2007; U.S. Provisional Application Serial No. 60/984,780 filed November 2, 2007; and U.S. Provisional Application Serial No. 60/984,772 filed November 2, 2007.

[0002] The present invention relates to the manufacture of heat trace cable, the installation of a heat trace system, and the design and management thereof.

[0003] Heat trace systems are employed to heat and maintain pipes and/or materials carried by pipes at desired temperatures or within desired temperature ranges. Most industrial applications of heat tracing involve unique configurations and heating requirements. Applications for automated heat trace system design exist. Typically, such applications require that pipe system data be manually extracted from pipe system design files and entered into the application. Such manual extraction is error-prone and time-consuming. Moreover, in typical applications, the consistency of data used for calculating heat loss and selecting heat trace system components, generating isometric drawings of the heat trace system, and populating the border information on the drawings can not be easily validated.

[0004] Accordingly, a need therefore exists for improvement in the manufacture of heat trace cable, and the installation of heat trace systems. The present invention addresses these needs, among others.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0005] The present invention provides a method for installing at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system that includes (1) receiving three dimensional pipe system data, wherein the pipe system data includes pipe locations in the pipe system, (2) automatically extracting data associated with one or more pipe system components included the received pipe system data, (3) determining one or more heat trace system components for the

portion of the pipe system based at least in part on the extracted data and, (4) installing at least a portion of the determined heat trace system along at least a portion of the pipe system.

[0006] The present invention also provides a method for manufacturing a heat trace cable that includes (1) receiving three dimensional pipe system data, wherein the pipe system data includes pipe locations in the pipe system, (2) automatically extracting data associated with one or more pipe system components included the received pipe system data, (3) determining the length of a heat trace cable for the portion of the pipe system based at least in part on the extracted data and, (4) manufacturing the heat trace cable to the determined length.

[0007] Additionally, the present invention provides a method for determining at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system that includes (1) receiving pipe system data, wherein the pipe system data includes data associated with pipe system components, (2) receiving a selection of a pipe system component, (3) automatically extracting data associated with a set of one or more pipe system components including the selected pipe system component from the received pipe system data and, (4) determining one or more heat trace system components for the set of pipe system components based at least in part on the extracted data.

[0008] Furthermore, the present invention provides a system for determining at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system having a processor configured to (1) receive pipe system data, wherein the pipe system data includes data associated with pipe system components, (2) receive a selection of a pipe system component, (3) automatically extract data associated with a set of one or more pipe system components including the selected pipe system component from the received pipe system data and, (4) determine one or more heat trace system components for the set of pipe system components based at least in part on the extracted data, and a memory coupled to the processor and configured to provide instructions to the processor.

[0009] Even furthermore, the present invention provides a computer program product for determining at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system, the computer program product being embodied in a computer readable medium and comprising computer instructions for (1) receiving pipe system data, wherein the pipe system data includes data associated with pipe system components, (2) receiving a selection of a pipe system component, (3) automatically extracting data associated with a set of one or more pipe system components including the selected pipe system component from the received pipe system data

and, (4) determining one or more heat trace system components for the set of pipe system components based at least in part on the extracted data.

[0010] The present invention incorporates a three dimensional (3D) model representation of the pipe on which the heat trace cable is to be installed. Use of this 3D model representation enables a more accurate calculation of heating trace cable length to be produced by correcting errors inherent in the use of centerline calculations. As such, production runs are capable of more accurate heating cable length.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0011] Various embodiments of the invention are disclosed in the following detailed description and the accompanying drawings.

[0012] Figure 1 is a diagram illustrating an embodiment of a heat trace design system 100.

[0013] Figure 2 illustrates an embodiment of a process for designing a heat trace system or part thereof.

[0014] Figure 3 illustrates an embodiment of a process for configuring a heat trace design system.

[0015] Figure 4 illustrates an embodiment of a process for receiving a specification of a pipe segment.

[0016] Figure 5 illustrates examples of some boundary conditions.

[0017] Figure 6 illustrates an embodiment of a process for designing at least a portion of a heat trace system.

[0018] Figure 7 illustrates an embodiment of a process for generating a heat trace isometric drawing that depicts the routing of at least a portion of the heat trace system.

[0019] Figure 8 illustrates a heat trace isometric drawing.

[0020] Figure 9 illustrates an integrated process of performing the heat trace design.

[0021] Figure 10 illustrates an example of inaccuracies found with centerline calculations for heat trace cable.

[0022] Figure 11 illustrates an embodiment of calculations criteria for heat trace cable lengths.

[0023] Figure 12 illustrates an embodiment of heat trace cable placement at tee locations.

[0024] Figure 13 illustrates an embodiment of a Reach Around heat trace cable placement.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

[0025] The invention can be implemented in numerous ways, including as a process, an apparatus, a system, a composition of matter, a computer readable medium such as a computer readable storage medium or a computer network wherein program instructions are sent over optical or communication links. In this specification, these implementations, or any other form that the invention may take, may be referred to as techniques. A component, such as a processor or a memory described as being configured to perform a task, includes both a general component that is temporarily configured to perform the task at a given time and a specific component that is manufactured to perform the task. In general, the order of the steps of disclosed processes may be altered within the scope of the invention.

[0026] A detailed description of one or more embodiments of the invention is provided below along with accompanying figures that illustrate the principles of the invention. The invention is described in connection with such embodiments, but the invention is not limited to any embodiment. The scope of the invention is limited only by the claims and the invention encompasses numerous alternatives, modifications and equivalents. Numerous specific details are set forth in the following description in order to provide a thorough understanding of the invention. These details are provided for the purpose of example and the invention may be practiced according to the claims without some or all of these specific details. For the purpose of clarity, technical material that is known in the technical fields related to the invention has not been described in detail so that the invention is not unnecessarily obscured.

[0027] As used herein, a pipe system component refers to any appropriate component of a pipe system. Examples of pipe system components include pipes, flanges, valves, supports, instruments, etc. In some embodiments, a pipe system is modularly designed by assembling together individually constructible modules. Such a module is referred to herein as a work

breakdown structure (WBS) element. As used herein, a heat trace system component refers to any appropriate component of a heat trace system. Examples of heat trace system components include heating elements or cables, power connection boxes, splice boxes, tee boxes, end seals, attachment devices to attach heat trace system components to corresponding pipe system components, thermostats, controllers, etc. As used herein, a user of a heat trace design system may comprise a person, process, or application.

[0028] In some embodiments, the heat trace system of a pipe system may comprise one or more heat trace circuits. Each heat trace circuit is associated with a portion of the pipe system. In some embodiments, the specification of a heat trace circuit (i.e., the specification of the portions of a pipe system to be traced by the heat trace circuit) comprises the specification of one or more pipe segments. As used herein, a pipe segment refers to a (e.g., software) container that includes data associated with a set of one or more contiguous pipe system components that share heat loss properties and/or heater selection criteria such as pipe bore and material, insulation type and thickness, and design temperatures. A pipe segment or container is populated with data needed for heat trace system design. Examples of such data include pipe length, bore, and material; the numbers and/or types of heat sinks (e.g., flanges, valves, supports, instruments); etc. Pipe segments may be hierarchically arranged and/or defined, for example, for each heat trace circuit. A pipe segment hierarchy indicates how various components are logically connected and may include a parent pipe segment and one or more child pipe segments.

[0029] Figure 1 is a diagram illustrating an embodiment of a heat trace design system 100. Heat trace design system 100 receives one or more inputs 102 including, for example, data associated with a pipe system that is at least in part desired to be heat traced, configuration information and/or parameters, selections and/or specifications of portions of the pipe system that are desired to be heat traced, etc. Heat trace circuit specification module 104 of heat trace design system 100 receives specifications of heat trace circuits of the pipe system. In some embodiments, the specification of a heat trace circuit comprises the specifications of one or more associated pipe segments. In some embodiments, as described in detail below, in response to receiving a particular pipe segment or container a selection of a pipe system location, data associated with pipe system components in the vicinity of the selected pipe system location that share heat loss characteristics is automatically extracted from available pipe system data and used to populate the associated pipe segment or container, at least in part eliminating the need for manual extraction and/or input of such data. Heat trace circuit specification module 104 may be

employed to define and/or populate one or more pipe segments comprising the heat trace circuits of a heat trace system of the pipe system. A heat trace circuit or part thereof defined using heat trace circuit specification module 104 may be processed by design module 106. Design module 106 performs heat loss calculations and selects appropriate heat trace system components for the heat trace circuit. Design module 104, for example, may comprise Tyco Thermal Controls' TraceCalc Pro® or another similar automated heat-tracing design application. Heat trace circuit routings defined using heat trace circuit specification module 104 and/or calculations and/or heat trace system component selections by design module 106 are employed by drawing module 108 to automatically generate a drawing 110 of at least a portion of the heat trace system. In the given example, the output of heat trace design system 100 comprises one or more heat trace isometric drawings 110. Drawing module 108, for example, may comprise ISOGEN® or another similar automated isometric drawing generating application. Information related to each heat trace circuit designed using heat trace design system 100 is, in some embodiments, stored in a common database 112 or other storage location accessible to each module 104, 106, and 108 so that each module 104, 106, and 108 operates on the same set or instance of pipe and heat trace design data, eliminating or at least reducing the risk of error.

[0030] Figure 2 illustrates an embodiment of a process for designing a heat trace system or part thereof. In some embodiments, process 200 is employed by heat trace design system 100 of Figure 1. Process 200 starts at 202 at which pipe system data and configuration information is received and an interface for specifying heat trace circuits (e.g., associated pipe segments) is provided. At 204, specifications of one or more heat trace circuits are received, for example, through the interface provided at 202. In some embodiments, a specification of a heat trace circuit comprises specifications of one or more pipe segments that comprise the heat trace circuit. The pipe segments associated with each heat trace circuit may be hierarchically arranged and/or defined. At 206, heat loss calculations are performed and heat trace system components are selected for the heat trace circuits of 204. At 208, one or more (isometric) drawings of the heat trace system or parts thereof are generated, for example, based at least in part on the specifications of 204 and/or the calculations and/or heat trace system component selections of 206. Process 200 subsequently ends. In some embodiments, one or more of steps 204-208 may be performed on various increments of the heat trace system being designed so that the design can be incrementally validated. In many cases, incremental validation rather than validation only at the end of the design process results in a heat trace system design that better meets desired specifications.

[0031] Figure 3 illustrates an embodiment of a process for configuring a heat trace design system. In some embodiments, process 300 is employed at 202 of process 200 of Figure 2. Process 300 starts at 302 at which data associated with a pipe system that is at least in part desired to be heat traced is received. The pipe system data received at 302 includes pipe system design files such as three-dimensional model data, e.g., in IDF and PCF files; process data, such as the types of materials to be carried by the various pipes in the pipe system and/or the desired temperatures and/or temperature ranges of the materials and/or at which the pipes are to be maintained; etc. At 304, configuration information is received. The configuration information received at 304 is employed, for example, to configure or set-up the heat trace design system for a particular pipe system to be heat traced. The configuration information received at 304 may include specifications of various design parameters. For example, the configuration information of 304 may include translations of one or more pipe system component identifiers included in the pipe system data received at 302 to corresponding identifiers that are recognized and used by the heat trace design system; specifications of one or more work breakdown structure elements in the pipe system; heat trace system component preferences such as the types and/or models of components to be used in the heat trace system and/or allowed in the bill of materials of the heat trace system; identifiers to be used for heat trace system components; units to be used for the pipe system and/or the heat trace system; current and/or voltage values to be used; area classification information, e.g., whether the pipe system is to be deployed in a hazardous environment; etc. At 306, an interface for selecting and/or specifying pipe segments associated with heat trace circuits of the pipe system is provided, and process 300 ends. In some embodiments, the interface provided at 306 includes a three-dimensional representation of at least a portion of the pipe system rendered using the pipe system data received at 302. Such a three-dimensional representation or model provides, for example, an intuitive view of the size and geometry of the pipe system and can be used by a user of the heat trace design system to select one or more segments of the pipe system to be heat traced. In some embodiments, the interface provided at 306 includes options to show and/or create pipe segment hierarchies for heat trace circuits of the pipe system.

[0032] A user may create or specify one or more pipe segments or containers of various types for each heat trace circuit, for example, using the interface provided at 306 of process 300 of Figure 3. A pipe segment is empty until populated with pipe system data such as using process 400 of Figure 4. As described with respect to process 400, in some embodiments, a pipe segment can be at least in part automatically populated, e.g., with pipe system data needed for heat trace

system design. In some embodiments, a selection of a pipe system location by a user with respect to a selected pipe segment results in the pipe segment to at least in part be automatically populated with data associated with the portion of the pipe system between the nearest boundary conditions on either side of the selected location.

[0033] Figure 4 illustrates an embodiment of a process for receiving a specification of a pipe segment. In some embodiments, process 400 is employed at 204 of process 200 of Figure 2. Process 400 starts at 402 at which an indication of a selection of a pipe segment or container is received. For example, the indication of 402 may be received in response to a user selecting or clicking on the pipe segment as the current pipe segment, for example, via the interface provided at 306 of process 300 of Figure 3. In some embodiments, 402 includes receiving an indication of a creation of the pipe segment, for example, within a hierarchy of pipe segments associated with a particular heat trace circuit. At 404, an indication of a selection of a location in the pipe system is received. For example, the indication of 404 may be received in response to the user selecting or clicking on the location in a three-dimensional model of the pipe system provided to the user, for example, via the interface provided at 306 of process 300 of Figure 3. At 406, the nearest boundary conditions on either side of the selected location are automatically identified. A boundary condition, as described further below, comprises a pipe system characteristic that may affect heat loss properties. At 408 data and/or design parameters related to one or more pipe system components between the identified boundary conditions are automatically extracted from data available for the pipe system (e.g., from the data/configuration information received at 302 and 304 of process 300 of Figure 3) and associated with the selected pipe segment. In some embodiments, the pipe system components automatically associated with the pipe segment at 408 comprise the maximum amount of the pipe system along either side of the selected location and contiguous to the selected location that can be automatically determined to share heat loss characteristics. The automatic extraction of the pipe system components between the identified boundary conditions as well as associated design parameters and/or properties from available pipe system data and/or configuration information eliminates the need for a user to manually determine and specify such information, reducing the likelihood of error as well as design time. In some embodiments, 408 includes highlighting in the three-dimensional model of the pipe system the pipe system components between the boundary conditions that are automatically associated with the selected pipe segment so that the user can easily discern which pipe system components have been associated with the selected pipe segment.

[0034] In various embodiments, any appropriate boundary conditions and/or classifications of boundary conditions may be defined. In some embodiments, the possible boundary conditions comprise two different types: hard boundary conditions and soft boundary conditions. A hard boundary condition indicates that pipe system components at and/or beyond the hard boundary condition need to be included in a new or different pipe segment since heat loss characteristics are likely to change at and/or beyond the hard boundary condition. Examples of hard boundary conditions include changes in pipe bore, changes in pipe material, changes in pipe insulation, the end of a pipeline, etc. In some embodiments, a pipe may be allowed to be covered by only a single heat trace circuit. In such cases, a pipe covered by another heat trace circuit comprises a hard boundary condition. Alternatively, in some embodiments, a pipe may be covered by a plurality of heat trace circuits, for example, for redundancy or to more quickly heat the pipe. In such cases, a pipe covered by another heat trace circuit comprises a soft boundary condition. A soft boundary condition indicates that a decision needs to be made (e.g., by the user) whether to include pipe system components at and/or beyond the soft boundary condition in the current pipe segment or in a new or different pipe segment. In some embodiments, a new or different pipe segment needs to be selected for pipe system components at and/or beyond a soft boundary condition if heat loss properties of the pipe system are at least expected to change. Soft boundary conditions also help users determine when new heating cables need to be used such as the point where a module break occurs and installing the cable at the module yard. When this happens, two separate cables may be that are spliced when the modules are installed at site. Examples of soft boundary conditions include wall and/or floor penetrations in the pipe system, tees in the pipe system, a change in work breakdown structure elements, etc. A wall and/or floor penetration is a soft boundary condition, for instance, because environmental conditions (such as ambient temperature, wind speed, etc.) on either side of the wall or floor may be the same (in which case the same pipe segment may be employed) or may be different (in which case a new or different pipe segment needs to be selected since environmental conditions affect heat loss). In some embodiments, the pipe system data, e.g., received at 302 of process 300 of Figure 3, associated with one or more pipe system components may include an indicator or flag that specifies whether the corresponding pipe system component is to be heat traced. For example, a flag with value "1" may indicate that an associated pipe system component is to be heat traced, and a flag with value "0" may indicate that an associated pipe system component is not to be heat traced. In some embodiments, a tracing indicator change (i.e., a flag value change) comprises a soft boundary condition. A decision is requested by a user, for example, in case one or more

tracing indicators have been incorrectly specified in the original pipe system data. Figure 5 illustrates examples of some boundary conditions. A three-dimensional portion of a pipe system 500 is depicted. The given example illustrates the end of a pipeline 502, a floor penetration 504, a tee 506, a pipe bore change 508, and a tracing indicator change 510 which in some cases is represented by a change in color of the pipe.

[0035] Returning to process 400 of Figure 4, the type of each identified boundary condition is determined at 410. If it is determined at 410 that one or more hard boundary conditions were identified, an indication is provided at 412 with respect to each identified hard boundary condition that a new and/or different pipe segment needs to be employed for pipe system components at and/or beyond the hard boundary condition, and process 400 ends. If it is determined at 410 that one or more soft boundary conditions were identified, an indication is provided at 414 with respect to each identified soft boundary condition that a decision needs to be made whether to continue with the current pipe segment or to create a new or use a different pipe segment for pipe system components at and/or beyond the soft boundary condition. At 416 it is determined whether an indication to continue with the current pipe segment (i.e., the pipe segment selected at 402) is received with respect to a soft boundary condition. If an indication to continue with the current pipe segment is received with respect to a soft boundary condition at 416, at 418 a nearest boundary condition beyond the soft boundary is identified, and process 400 continues at step 408. If an indication to continue with the current pipe segment is not received with respect to a soft boundary condition at 416, process 400 ends. In various embodiments, a new and/or different pipe segment selected for pipe system components at and/or beyond a boundary condition may be a part of the same heat trace circuit as the pipe segment selected at 402 or of a different heat trace circuit.

[0036] In some embodiments, using process 400, much of the data needed for heat loss calculations and/or heat trace system component selection is automatically extracted from available pipe system data and used to populate pipe segments. In addition to accelerating the design process, the automatic rather than manual extraction of such data eliminates or at least reduces the likelihood of errors. In some embodiments, user input is only required at boundary conditions. In such cases, the boundary conditions give the user opportunities to make design decisions. For example, a user may select to continue populating a current pipe segment (e.g., beyond a soft boundary condition if the heat loss properties are determined not to change beyond the soft boundary condition), a user may select and/or specify a new and/or different pipe

segment if heat loss properties are expected to change beyond a boundary condition, a user may decided to continue with a pipe segment of a different heat trace circuit beyond a boundary condition and/or not to heat trace the pipe system beyond a boundary condition, etc. In some embodiments, decisions at one or more boundary conditions may at least in part be automated based on the possible choices that can be made at the boundary conditions, and user input may not be required and/or may be optional.

[0037] Figure 6 illustrates an embodiment of a process for designing at least a portion of a heat trace system. In some embodiments, process 600 is employed at 206 of process 200 of Figure 2. Process 600 starts at 602 at which a specification of a heat trace circuit (or part thereof) is received. In some embodiments, the specification of the heat trace circuit comprises specifications of one or more pipe segments that comprise the heat trace circuit. At 604, heat loss is calculated for various parts of the heat trace circuit. For example, data associated with a pipe segment is employed to calculate the heat loss of the pipe segment and/or one or more pipe system components included in the pipe segment. At 606, one or more heaters are selected for the heat trace circuit based at least in part on the heat loss calculations. For example, heaters that best meet specified heating specifications and/or heat trace system preferences are selected. In some embodiments, 606 includes determining the number of passes (i.e., the trace ratio) of the heaters for various pipe system components. At 608, other heat trace system components such as connecting components are selected to complete the heat trace design for the heat trace circuit. Process 600 subsequently ends. In some embodiments, process 600 results in the generation of a bill of materials for the portion of the heat trace system being designed. The selections at 606 and 608 may be based on specified design constraints and/or preferences. For example, the selections of 606 and 608 may be made to ensure that at least hard constraints are satisfied. Soft constraints may be attempted to be satisfied to the extent possible, and in case one or more is not satisfied, appropriate warnings (e.g., cable too long, amperage too high, temperature exceeds range, etc.) may be provided. Although described for a single heat trace circuit or part thereof, process 600 can be similarly employed for a plurality of heat trace circuits or parts thereof whose specifications are received at 602.

[0038] Figure 7 illustrates an embodiment of a process for generating a heat trace isometric drawing that depicts the routing of at least a portion of the heat trace system. In some embodiments, process 700 is employed at 208 of process 200 of Figure 2. Process 700 starts at 702 at which an indication of a selection of an option to generate an isometric drawing for at least

a portion of a heat trace system is received. For example, the indication of 702 may be received with respect to a particular heat trace circuit of a heat trace system. At 704, an isometric drawing is generated, and process 700 ends. In some embodiments, the drawing generated at 704 may include border information such as calculated heat trace data, the bill of materials of the heat trace system or at least of the portion of the heat trace system depicted in the drawing, temperature data, pipe system source files, etc. In some embodiments, the drawing generated at 704 may not be isometric. In some embodiments, multiple drawings may be generated at 704.

[0039] Figure 8 illustrates an embodiment of a heat trace isometric drawing. In some embodiments, the drawing of Figure 8 is generated at 704 of process 700 of Figure 7. As depicted, the isometric drawing includes a variety of border information.

[0040] As previously described, in some embodiments, a single instance of pipe and heat trace design data is maintained and/or employed by all modules of a heat trace design system. This not only ensures that consistent data is used for calculating heat loss and selecting heat trace system components, generating isometric drawings of the heat trace system, and populating the border information on the isometric drawings but also ensures that changes in the source data cascade through the system.

SIMULTANEOUS HEATER SELECTION AND CABLE ROUTING

[0041] Referring to Figure 9, heat trace design, preferably includes an integrated process of (1) calculating the heat loss of a pipe, and selecting the optimum heater using a suitable heat trace design software, such as TraceCalc Pro®, (2) preparing an isometric representation, e.g., drawing, either automatically or manually, that indicates the appropriate routing of the heater on the pipe for the heat trace circuit and, (3) including with the border information on the isometric drawing, the calculated heat loss results of the pipe obtained from the heat trace design software. As seen in Figure 9, these steps (of performing the heat trace design, namely, the heat trace design software, generation of the isometric drawing, and incorporation of the calculated results from the heat trace design software in the drawing border information) may be fully integrated. This integration of the three steps results in the simultaneous design and drawing generation based on a single instance of the pipe and design data.

[0042] As shown in Figure 5, a three dimensional (3D) model representing the pipe is prepared. Data regarding the pipe is extracted from the 3D model representation, and passed to the heat trace design software, such as the TraceCalc Pro® heat trace design software. This

enables a direct relationship to be formed between the individual pipe components covered by the circuit, and the calculated heat loss results (primarily the selected heaters). By using the direct relationships formed between the individual pipe components covered by the circuit and the calculated heat loss results, the isometric drawing that represents the heat trace circuit is generated automatically based on the same data passed to the heat trace design software. This relationship assures consistency between the calculated heat loss results and the isometric drawing. The calculated heat loss results are automatically incorporated on the border of the isometric drawing, thereby further ensuring consistency of the drawing. In this manner, the functions of heat trace design software, isometric drawing generation, and drawing border generation, are fully integrated. This results in simultaneous design and drawing generation based on a single instance of the pipe and design data.

[0043] There are many advantages attributable to the present methodology. For example, the present technology will improve the consistency of the heat trace isometric drawing. Further, it will be possible to manage the three steps of the heat trace design, described hereinabove, in a single step, and with a single instance of data. In another aspect, the present technology will ensure that changes in source data enter the system, allowing the affected circuits to be identified and revised.

DETERMINING TRACING PATH LENGTH

[0044] Additionally, the present invention includes a method for determining the length of heating cable required for a pipe and the installation of heating cable based on that determined path length. Conventionally, heat trace design of a pipe has been based on the readily calculable centerline length of the pipe. However, when the physical heat trace cable is installed on the outside of the pipe, the heat trace cable typically follows a path having a different length than the calculated centerline length, generally a length that exceeds the length using the centerline approach. The difference in length between the centerline based length, and the actual installed length of the heat trace cable, can be significant, for example, up to 10%, particularly when a large bore pipe is involved. This length difference is particularly critical for installed mineral insulated (MI) cables. Mineral insulated cables custom manufactured to a designed length in a factory have a high likelihood to be produced at an incorrect length. As a result, the centerline based lengths yielded cables are constructed having an ineffective shorter than required length. Additions to the calculated cable length, to avoid the cables being shorter than required, are prone

to miscalculation and particularly inefficient for complex project. These additions to the calculated length, referred to as a "snaking allowance", are commonly based on average values.

[0045] Use of centerline based lengths for producing the required heat trace cable lengths, has been the industry standard. As indicated above, use of this centerline length technique has resulted in many inaccuracies and there has been no solution available to correct the problem. In particular, use of the centerline based lengths has resulted in heat trace cables being shorter than required, or if attempting to correct this problem, having to provide snaking allowances, in some instances up to about 7%, to circuits tracing large bore pipe. On straight sections of the pipe, this often resulted in the design of significant excess cable. As seen in Figure 10, these inaccuracies can be significant. For example, Figure 10a may represent a centerline calculation of 7.04m, with Figure 10b indicating the actual total length of the heat trace to be 7.7m. Generally, the centerline calculation shown in 10a provides a sum of segments 1001, 1002, and 1003, whereas the actual total length incorporate distances that include allowances along the path length 1001 for vent 1020, elbows, etc., as well as straight line distances.

[0046] Inaccuracies in calculated heat trace cable lengths, resulting from the use of centerline lengths of a pipe that are based on isometric drawings of the pipe, are particularly evident along lengths incorporating elbows, tees and reach arounds. As seen in Figures 11-12, the present invention overcomes errors found in conventional methodologies for calculating heating cable.

[0047] The data acquired in the 3D model representation includes information about the radius of curvature and the degree of bend for each elbow. Errors found in the calculated lengths having elbows depend on the radius of curvature and the degree of bend of the elbow. The centerline length of a given pipe can differ approximately ten percent (10%), either shorter or longer, from the actual outer arc length (the path that the tracing cable is actual traced on the outside of the pipe). In one embodiment, using the imported data, an algorithm calculates the outer arc length of the interior of the elbow. This novel approach compensates for the cumulative errors of the unknown thickness of the pipe wall and the unknown tracing path on the outermost arc. By combining the two errors together, there is a cumulative effect of each error substantially canceling the other error out, resulting in a substantially accurate calculation.

[0048] Referring to Figure 11, a ninety degree (90°) and forty-five degree (45°) elbows are shown, in Figures 11a and 11b, respectively. As seen in the figures, three points (1101, 1103, 1105 in Figure 11a and 1106, 1108, 1110 in Figure 11b) and an inner diameter are used to

calculate the surface of a given pipe 1100. Also shown in Figure 11c, the pipe size (diameter) is based on the known inside surface diameter to represent an estimated outer surface diameter being a horizontal off-set from the upper-most (or lower-most) region within the interior of the pipe to the exterior of the pipe (as shown the offset between cable 1120 and cable 1130). For example, a calculation of the path that a cable takes when applied to an elbow could be calculated from basic component information of the elbow. The component information may include a center point of the face of the elbow at the point that the elbow connects to the first adjacent pipe, a point where the centerline of the two adjacent pipes connecting to either side of the elbow intersect, and the center point of the face of the elbow at a point that it connects to the second adjacent pipe and the diameter being equal to the inside diameter of the elbow may be used. The physical cable is preferably not installed on the outer arc of the pipe, *i.e.*, it is off-set for safety, therefore Figure 11 represents the effect of the cancellation of the effect of an inner bore diameter with the actual placement of the cable on the outside.

[0049] An example of a heat trace of a tee is shown in Figure 12. Errors found in calculated lengths incorporating tees, the traditional length of a vent is the distance from the center line of the parent pipe to the top of the vent which includes a distance y that is not physically present as part of the vent. With large bore pipe, the vent appears to be much longer than it actually is. This applies to all tees, not just vents. In one embodiment, subtraction of the radius of the parent pipe from the length of the Tee pipe eliminates the error attributable to the Tees.

[0050] As seen in Figure 13, Reach Arounds induce errors in the calculated lengths from the actual length of traced heating cable 1003 because of placement of the heating cable on the pipe. When the heating cable is placed near the bottom of the pipe (either between four-to-five o'clock or seven-to-eight o'clock), additional heating cable is needed to reach the outside of an elbow or vent of the pipe.

[0051] A "Reach Around" occurs at elbows and tees and is dependent on which side of the pipe the cable is placed. In a preferred embodiment, because on average each elbow will require one reach around, the number of elbows by a given circumference is used to produce a reliable estimation of length. For example, multiplying the number of elbows by $\frac{3}{16}$ * (the circumference of the pipe) the circumference will produce a reliable estimation of this length for that diameter of pipe. The user may choose to override the count value if an unusual tracing path is designed. If a tee resides on the opposite side of the pipe from the tracing, additional cable of

$3/8 \times$ the circumference of the parent pipe may be calculated (two $3/16 \times$ the circumference allowances for a loop, or one $3/8 \times$ the circumference for a tee-kit). The present invention allows for the inclusion, if warranted, of additional cable length based on the orientation of the tee.

[0052] The present method enables one to more accurately determine the length of heat trace design cable that is traced along a given pipeline. One significant advantage of the process, and manufacture of heating cable length based on the process, includes the production of accurately lengths of heating trace cable, whether in a production facility or on-site, that are readily installed, as compared with the difficulty associated with having to distribute and install excess heating trace cable in an even manner, commonly referred to as "snaking". This advantage is particularly pronounced in production runs of heating cable having relatively small snaking allowances, as the present invention reduces the possibility of heating cables being manufactured at lengths that are too short for a given length of traced pipe. As evident in these advantages, with the increased accuracy in heating trace cable lengths, and the reduced occurrence of snaking allowance, efficient installation of heating cables results.

HEAT TRACING MATERIAL MANAGEMENT

Flexible Work Breakdown Structures

[0053] In many instances for the installation of heat tracing, particularly in large projects, there is a strong need to break up the procurement and installation of materials into manageable work packages. This need to provide manageable work packages is particularly important for projects that utilize "modular construction" techniques. Modular construction techniques are commonly used in projects where construction of individual parts of a plant, or other type of facility, is accomplished in a location that is remote from location of the facility. This may be done for one or more reasons, such as the existence of a limited labor force, adverse environmental conditions at the facility site, space limitations at the facility, etc. Modular constructions allow the facility to be split into discrete modules that are constructed in individual convenient location or "module yard" and shipped to the facility site where they are connected together. One significant problem encountered in modular construction is the shipment of construction materials for each module being sent to the correct module yard. This is particularly problematic for heat tracing systems having the typical inherent difficulty when one heat trace circuit may span multiple modules.

[0054] The present invention includes a process of servicing module yards with correct units of heat tracing cable by using a hierarchy representing the customer's Work Breakdown Structure (WBS). The present invention creates a WBS hierarchy and delivery of heating cable based on the WBS hierarchy. The WBS hierarchy preferably includes "nodes" or WBS elements. The WBS nodes may include multiple entries, for example 800 entries, simplifying an ordering process.

[0055] Preferably the WBS hierarchy includes multiple levels, such as for example, four or five levels. In one embodiment, a large construction project may be split into a number of areas, each split into a number of plants, which are further divided into modules. As heat trace circuits are created, each segment in a circuit can be assigned to a WBS element. This is preferably done by being manually entered, retrieved from a process data sheet and automatically populated, and/or retrieved from the model data files and automatically populated. As Bill of Materials (BOM) for a heat tracing circuit are generated by the heat trace design software, the materials are stored at the segment level. Since each segment is associated with a WBS element, all materials for a WBS element can be easily retrieved to create a material requisition or shipping request. Materials can also be aggregated at any level in the WBS hierarchy. The solution is preferably enabled by housing all data for a project in a single database and by storing the materials at the most granular level, such as for example, at this segment level. As such, the now modular components of the system are presented as a hierarchy, allowing shipment of materials relative to changes in data that is the basis of the heat tracing calculations, discussed below.

[0056] For example, with identification of a pipe (by size, location, or other attributes), the specific pipe is identified to a given module. When the pipe location becomes moved to a second (different) module, a revised BOM is created to incorporate the pipe to the second module, including the accessories for installing the heating cable.

[0057] Material management presents a huge challenge on large projects. Determining what material needs to be shipped in this manner assures the correct amount of material is shipped, resulting in time and material efficiencies. In addition to being presented for construction/material management, the WBS may be presented within an accounting prospective. This allows management of the progress of the project, and management of materials and reporting requirements.

Change of Heat Tracing Data Management

[0058] The present invention further allows management of change of heat tracing data. In most heat tracing projects, client model and process data routinely change as the project progresses. As one of the generally last steps in the construction process, heat tracing of a facility is under pressure to respond to those changes as quickly as possible. The challenges is to efficiently detect client changes, determine the impact of those changes on existing designs, and to track the change and its impact to justify additional project charges.

[0059] The present invention provides a process for detecting changes in a heat tracing project, identifying the impact of these detected changes, tracking these changes and their impact, and installing the heat tracing cable in response to these changes.

[0060] Detection of changes in the heat tracing project is generally accomplished using a comparison methodology. Typically, project model data, that is the basis of the heat tracing project, is provided in a number of model files, such as in IDF or PCF format, with each model file containing a collection of pipe components. As the heat tracing project evolves, these model files are revised and pipe components may be added, deleted or moved between files. In order to accurately and efficiently detect revised files, each imported pipe component is inspected to determine duplication of a previously-imported component. Duplication indicates that the file has been revised. As such, this inspection step provides a significantly more reliable review of the project than the conventional, and error prone, method of using the file names to indicate revisions in the files.

[0061] This inspection step is preferably followed by an acceptance or rejection of the file containing the duplicate component. As there is a possibility that a revised file was received in error and is outdated, this acceptance step reviews the proper incorporation of the revised file into the heat tracing project. For example, a reviewer accepts or rejects each identified duplicative file. For example, process data may be imported from a word document program, such as an Excel® program, produced by MicroSoft Corporation of Redmond, Washington, United States. Each process line, described by one or more model files, is represented by a row in the process data sheet. Heat trace circuit design temperatures and other process data are imported from this file. Changes to these design parameters are detected each time the process data sheet is imported. To manage larger projects, which may contain thousands of process lines, related process lines may be grouped into pipe systems. Each pipe system can then covered by a collection of circuits during a circuit design process.

[0062] An additional step of both the process data import and the model data import is an inspection of the impact of changes to existing pipe systems and circuits. In one preferred embodiment, two lists are involved in displaying the impact of change: a Control Tower tree view and a Circuit Designer tree view. The Control Tower tree view lists pipe system names within the project and the Circuit Designer tree view lists the circuit names for a given pipe system. As impacts are determined, these names are highlighted to guide the user to the change.

[0063] Data changes may affect the project in several ways. The introduction of new model files may be additional requirements, duplicative requirements, or conflicting requirements. For example, the pipe system may be revised but the revisions have no impact on the existing heat tracing circuits. This may be categorized as the lowest level of impact. It indicates that the pipe system needs inspection to determine whether heat tracing cables need to be added or altered within the project as a result of changes in the pipe system. In a particular example, if pipe is added adjacent to an existing heat tracing circuit, the circuit may need to be extended to incorporate the new pipe. To guide the user to this change, the pipe system name may be highlighted, such as in yellow. This highlight disappears when the Circuit Designer is launched on the pipe system.

[0064] In another change, circuits may be impacted by process data change. When a process line's design parameters are changed, circuits covering that line are to be reassessed. To guide the user to the change, the pipe system name may be highlighted, such as in red, and the circuit name also may be highlighted, such as in orange. The highlight disappears from the circuit name once the user saves changes to the circuit. The red highlight disappears from the pipe system name once all highlights have been removed from its circuits.

[0065] Additionally, circuits may be impacted by a model data change. When the model data covered by a circuit is changed, this may be considered as the highest level of impact. Each circuit maintains a complete record of all pipe components that it covers. If any components are changed, the circuit is invalidated. The circuit structure containing all manually input circuit and segment data remains in place. However, all pipe information (length, type, diameter, heat sinks, etc.) is cleared and the associated pipe components are released. To indicate that this has occurred, both the circuit name and the pipe system name may be highlighted, such as in red. This highlight disappears from the circuit name once the user saves changes to the circuit. The highlight disappears from the pipe system name once all highlights have been removed from its circuits.

[0066] An additional preferred step of the process is to track the change in order to provide the backup information required by the project management team. Reliability in a tracking system reduces challenges to an installed heat tracing system. Additionally, automatically generated records reduce the effort required for actual changes in installing the heating cable. Two key aspects to tracking change are historical project data record and the change log, which can be summarized for project management reporting.

[0067] Historical project data record includes a record of each model data file and its components are stored in the database each time it is imported. This is stored along with the import session record, which maintains the user name and date/time of the import. As model data is revised and updated, records being replaced are end-dated but not removed from the database. Records without an end-date represent the current state of the project. This temporal storage model is also used to maintain a record of all designed circuits, whether they are active or have been superseded. Together, these historical records contain enough information to recreate the state of any circuit that was issued from the system. They also contain the data required to report the scope of a project, including the total amount of pipe and components, for any point in history.

[0068] A change log, or summary record, may be used. As the impacts to the heat tracing circuit are determined, a summary record is inserted in a change log for the project. In addition to the source of the change and the impact, this record also includes other useful information, such as the name of the user who imported the data, the date/time, etc. To correlate changes with the subsequent redesign efforts, summary records may also be inserted into the change log each time that a circuit is revised.

[0069] With efficient accounting for changes in the provided project data, installation of the heating cable is accomplished in a relatively error free manner.

[0070] For example, the input of a temperature change for a pipe may be included in a revised or change scope requirement. This change is analyzed to detect the impact on the heat trace system of the pipe causing the heat trace system to be redesigned, generally as part of the complete heat trace system.

Advanced Display of Circuit Data for Heat Tracing

[0071] Additionally, the present invention provides comprehensive analysis, or quality assurance, of the installation of heat tracing cable in a given project. In contrast to the tremendous amount of manual effort that is normally required to install correct lengths of heating cable, and review of such installation that the heating cable was correctly manufactured and installed, the present invention produces correct lengths of heating cable for a given installation environment, that accounts for changes within an on-going project. The present invention ensures that all heat tracing that is part of the scope of the project has been completed. This is particularly applicable for project managers who monitor either parts or the entire scope of the heat tracing project relative to the extent of what has been designed, procured, installed, and commissioned.

[0072] Validation of all heating circuits to specified design criteria has conventionally been extremely time consuming. Validation includes determining whether data used to design and manage the heat tracing system is correct. In certain environments the correct area classification must be followed for each region of a plant. For example, if explosive gasses may be present in a region then careful design rules must be followed to ensure the gasses are not ignited by high heater sheath temperatures. Further, numerous power distribution panels may be located within a facility. As heat trace circuits are assigned to panels, it is difficult to determine the optimum panel assignment for selected heating circuits and which heat tracing circuits should be moved when a panel is full. The present invention provides for the optimum installation of heat tracing cable within a facility to account for these and other criteria.

[0073] Design and installation of the heat tracing cable is predicated on the use of software to provide a color 3D model of the plant to show the desired circuit information is used. This tool provides a window which displays the 3D model of the plant. Preferably allowing the ability to pan, zoom and rotate the model. With this functionality, a user may virtually "walk" through the plant and inspect any section of pipe from any angle. The software tool may further call-out attributes representing the physical project. Circuits that constitute part of the design plan contain many attributes which are of great interest to various users. Many of these attributes can only be set to one of a discrete list of values. For example, a circuit design progress attribute can be assigned a value of Design-In-Progress, Issued For Approval, and Issued For Construction. Each of these values is preferably associated with a unique color in a manner for creating a color scheme for that attribute. As heat trace circuits are designed in the system, the circuits are related

to the specific pipe components that they cover. This relationship allows the individual pieces of pipe, within the 3D model of the plant, to be colored according to a selected color scheme. This allows the user to see the status of all circuits at a glance and to move around in the 3D model to inspect any areas of concern. In one preferred embodiment, only one color scheme is active at a time. Some color schemes may represent many different states. In this case, it becomes difficult to distinguish the various colors in the model. To assist with this, the user can select one state from the color scheme and all other states will be set to dark grey, thereby de-cluttering the image to highlight the selected state. Color schemes may be used to indicate functionality, purpose, type or other attributes of parts of the heat trace system, pipe system, etc.

[0074] Preferably, within this tool, three classes of data are used to create these color schemes. The first class, Circuit Progress Attributes, is a class of attribute introduced above. These attributes allow project managers to monitor the progress of a project and to detect areas of concern. Status information may include all phases of a project; design, procurement, construction, and commissioning. Each of these phases has a color scheme of its own and there is an overall color scheme showing the phase each circuit is in. These color schemes may also show some information from the model itself. For example, an attribute in the model may indicate whether a particular section of pipe requires tracing. Two colors may be reserved to show the state of that attribute. Therefore the Circuit Design Progress color scheme preferably shows a unique color for the states of (1) does not require tracing; (2) requires tracing but not started; (3) design in progress; (4) issued for approval; (5) issued for construction.

[0075] A second class of data includes Circuit Segment Attributes. A circuit may be made up of many segments and each segment is related to the pipe components that it covers. Typically a new segment is created each time the heat loss characteristics of the pipe changes or at decision points, e.g., Tees. These attributes include, for example, without limitation, area classification, location (indoor, outdoor, etc), and the work breakdown structure (WBS) element. These attributes include input parameters to the heat trace design software. Color schemes for these attributes provide a powerful quality assurance capability. At a glance, all of the circuits in a project can be validated to ensure that the correct input parameter was selected by the designer. Considering, the example, where the selected color scheme displays the Area Classification that was chosen for the segment. If all pipes in a hazardous area are green except one that is magenta then it will be instantly obvious that a design error was made and it can be corrected immediately. Likewise a color scheme can be setup to reflect the customers work breakdown structure (WBS).

A particular module may be shown as yellow so if a blue pipe is present in the area then it indicates that an incorrect WBS element was selected for that segment. This allows the procurement manager to validate that all materials will arrive at the correct location prior to placing the order.

[0076] A third class of data includes Circuit Design Attributes. From a technical aspect, these attributes are very similar to the Circuit Progress Attributes. These attributes assist in the design process and provide useful quality assurance and project summary data. These attributes include, for example without limitation, power distribution, electrical, heater type, temperature and control method. Primarily these include input parameters to the design process. For example, a color is associated with each Power Panel and all circuits connected to that panel are given that color. By selecting one panel in the color scheme all other circuits are set to dark grey. This quickly shows outlying circuits that should be connected to a different panel for design optimization.

[0077] The present invention ensures that the scope of heat tracing work for a give project was completed or that all designs adhered to the set specifications. Area classification check provides a significant tool of the quality process, which together with the easy access to progress data and optimization of power distribution design, increases the efficiency of installing heat tracing.

[0078] The foregoing description of the invention is exemplary and is not intended to be limiting. Although the foregoing embodiments have been described in some detail for purposes of clarity of understanding, the invention is not limited to the details provided. There are many alternative ways of implementing the invention. The disclosed embodiments are illustrative and not restrictive.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A method for installing at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system, comprising the steps of:
 - receiving three dimensional pipe system data, wherein the pipe system data includes pipe locations within the pipe system;
 - automatically extracting data associated with one or more pipe system components included in the received pipe system data;
 - determining one or more heat trace system components for the portion of the pipe system component based at least in part on the extracted data; and,
 - installing one or more of the determined heat trace system components along at least a portion of the pipe system.
2. The method of claim 1, wherein the one or more heat trace system components is a specific heating cable and further comprising the step of tracing a route along the portion of the pipe system with the heating cable, wherein the step of installing at least a portion of the determined heat trace system along at least a portion of the pipe system includes installing the determined specific heating cable along the determined tracing route on the portion of the pipe system.
3. The method of claim 1, wherein the step of determining one or more heat trace system components includes determining a length of heating cable.
4. The method of claim 3, wherein the step of determining one or more heat trace system components includes a non-centerline calculation of the at least one elbow, tee, or reach around, or combination thereof.
5. The method of claim 1, further comprising the step of creating a work breakdown structure hierarchy and delivering the determined one or more heat tracing system components based on the hierarchy.

6. The method of claim 1, further comprising the step of receiving additional three dimensional pipe system data subsequent to receiving the three dimensional pipe system data, wherein the step of determining one or more heat trace system components for the portion of the pipe system based at least in part on the extracted data includes the steps of detecting changes from the originally received three dimensional pipe system data from the received additional three dimensional pipe system data, identifying the impact of the detected changes, and tracking the detected changes and identified impact, wherein the step of installing includes the determined heat trace system based on the detected changes.

7. The method of claim 6, further comprising the step of inspecting duplicate files.

8. The method of claim 6, wherein the received additional three dimensional pipe system data includes process data changes.

9. The method of claim 6, wherein the received additional three dimensional pipe system data includes model data changes.

10. The method of claim 6, wherein differences between the original pipe system data and additional pipe system data are indicated within one or more representations.

11. The method of claim 1, further comprising the step of validating the design criteria of the received three dimensional pipe system data.

12. The method of claim 1, wherein multiple heat trace system components are determined and stored in a common database.

13. The method of claim 1, wherein the steps of receiving three dimensional pipe system data, extracting data, and determining one or more heat trace system components is performed by a heat trace circuit specification module, design module and drawing module.

14. The method of claim 1, wherein the step of extracting data includes boundary conditions and associated design parameters, properties, and configuration information.

15. The method of claim 13, wherein the step of determining one or more heat trace system components includes simultaneous design and drawing generation.
16. The method of claim 15, wherein the simultaneous design and drawing generation are based on a single instance of pipe and design data.
17. The method of claim 1, further comprising the step of maintaining a temporal storage model as a record of superseded design circuits and current designed circuits.
18. The method of claim 1, wherein the modeled heat trace system components are used to monitor installation of the physical components.
19. The method of claim 1, wherein the step of determining one or more heat trace system components includes a color representation of specific attributes of the heat trace system.
20. The method of claim 1, further comprising the step of conducting an area classification check of the installed heat trace system.
21. A method for manufacturing a heat trace cable, comprising the steps of:
 - receiving three dimensional pipe system data, wherein the pipe system data includes pipe locations within the pipe system;
 - automatically extracting data associated with one or more pipe system components included in the received pipe system data;
 - determining the length of a heat trace cable for the portion of the pipe system components based at least in part on the extracted data; and,
 - manufacturing the heat trace cable to the determined length.
22. The method of claim 21, wherein the heat trace cable is a mineral insulated cable.
23. . The method of claim 21, wherein the heat trace cable is a polymer insulated cable.
24. .The method of claim 21, wherein the determined length of heat trace cable has an error amount of less than about 5% over the actual length required for installation.

25. A method for determining at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system, comprising the steps of:

receiving pipe system data, wherein the pipe system data includes data associated with pipe system components;

receiving a selection of a pipe system component;

automatically extracting data associated with a set of one or more pipe system components including the selected pipe system component from the received pipe system data; and,

determining one or more heat trace system components for the set of pipe system components based at least in part on the extracted data.

26. The method of claim 25, further comprising the step of generating a bill of materials.

27. The method of claim 25, further comprising identifying nearest boundary conditions on either side of the selected pipe system component.

28. The method of claim 27, wherein the boundary conditions comprise one or more of a pipe bore change, a pipe material change, an insulation change, an end of a pipeline, an already traced pipe system component, a wall penetration, a floor penetration, a tee, a work breakdown structure element change, a tracing indicator change, a start of a new or different model file, and a start of a new or different line designation.

29. The method of claim 27, wherein the set of pipe system components comprises contiguous pipe system components on either side of the selected pipe system component and between the nearest boundary conditions.

30. The method of claim 25, wherein the heat trace system of the pipe system includes one or more heat trace circuits.

31. The method of claim 30, wherein each heat trace circuit is specified by one or more pipe segments and wherein each pipe segment comprises a container which when populated includes data associated with one or more contiguous pipe system components that share one or more heat loss properties and/or heater selection criteria.
32. The method of claim 31, wherein a routing of a heat trace circuit is based at least in part on a hierarchical arrangement of one or more associated pipe segments.
33. The method of claim 25, further comprising populating a pipe segment associated with a heat trace circuit with the automatically extracted data.
34. The method of claim 25, wherein determining one or more heat trace system components for the set of pipe system components based at least in part on the extracted data comprises performing heat loss calculations.
35. The method of claim 25, wherein the automatically extracted data is at least in part employed in performing heat loss calculations.
36. The method of claim 25, further comprising generating a heat trace model based at least in part on one or more of the received pipe system data, the automatically extracted data, heat trace design data including the determined heat trace system components, and configuration information.
37. The method of claim 25, wherein a same set of one or more of the received pipe system data, configuration information, the automatically extracted data, and heat trace design data including the determined heat trace system components is employed to determine the heat trace system components, generate a heat trace drawing, and populate the heat trace drawing with border information.
38. The method of claim 25, wherein pipe system components comprise one or more of a pipe, a flange, a valve, a support, and an instrument.

39. The method of claim 25, wherein heat trace system components comprise one or more of a heating cable, a power connection box, a splice box, a tee box, an end seal, an attachment device, a thermostat, and a controller.

40. The method of claim 25, wherein receiving a selection of a pipe system component comprises receiving a selection of a pipe system location.

41. A system for determining at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system, comprising:

a processor configured to:

receive pipe system data, wherein the pipe system data includes data associated with pipe system components;

receive a selection of a pipe system component;

automatically extract data associated with a set of one or more pipe system components including the selected pipe system component from the received pipe system data; and

determine one or more heat trace system components for the set of pipe system components based at least in part on the extracted data; and

a memory coupled to the processor and configured to provide instructions to the processor.

42. A computer program product for determining at least a portion of a heat trace system for at least a portion of a pipe system, the computer program product being embodied in a computer readable medium and comprising computer instructions for:

receiving pipe system data, wherein the pipe system data includes data associated with pipe system components;

receiving a selection of a pipe system component;

automatically extracting data associated with a set of one or more pipe system components including the selected pipe system component from the received pipe system data; and

determining one or more heat trace system components for the set of pipe system components based at least in part on the extracted data.

43. The computer program product of claim 42, wherein the computer program product further comprising computer instructions for identifying nearest boundary conditions on either side of the selected pipe system component.

44. The computer program product of claim 42, wherein the set of pipe system components comprises contiguous pipe system components on either side of the selected pipe system component and between the nearest boundary conditions.

45. The computer program product of claim 42, wherein pipe system components included in the set share one or more heat loss properties and/or heater selection criteria.

46. The computer program product of claim 42, wherein a same set of one or more of the received pipe system data, configuration information, the automatically extracted data, and heat trace design data including the determined heat trace system components is employed to determine the heat trace system components, generate a heat trace drawing, and populate the heat trace drawing with border information.

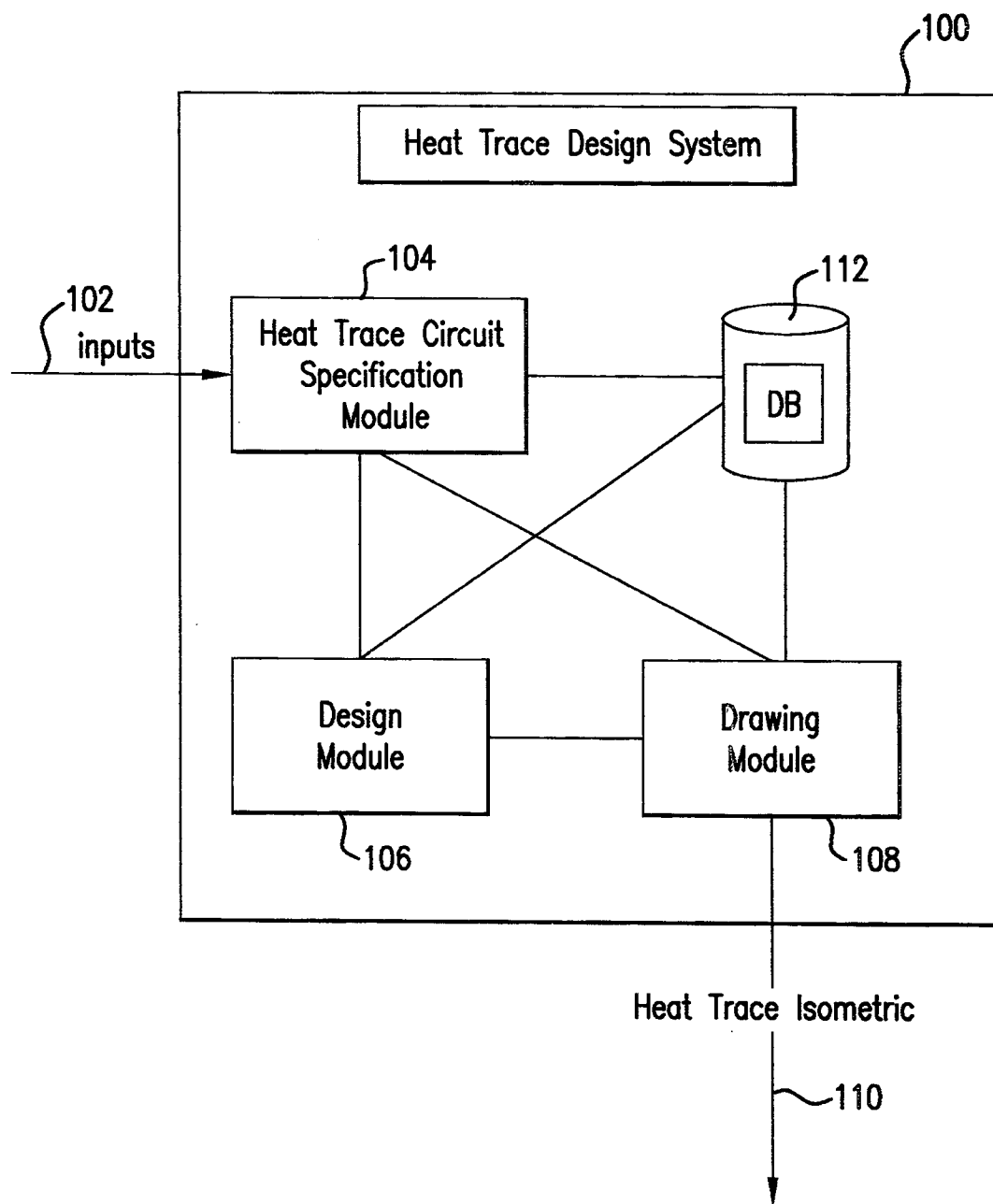


FIG.1

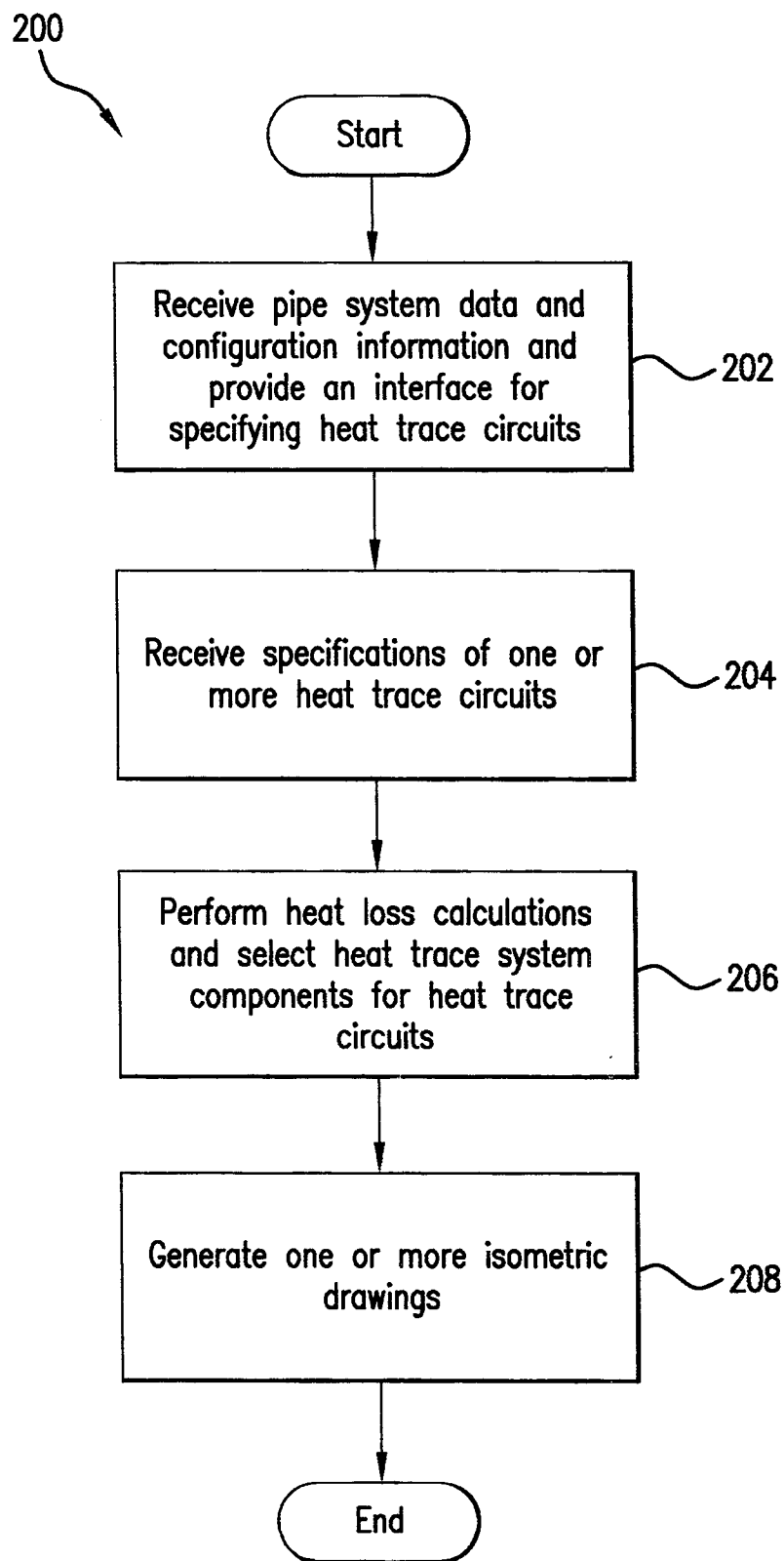


FIG.2

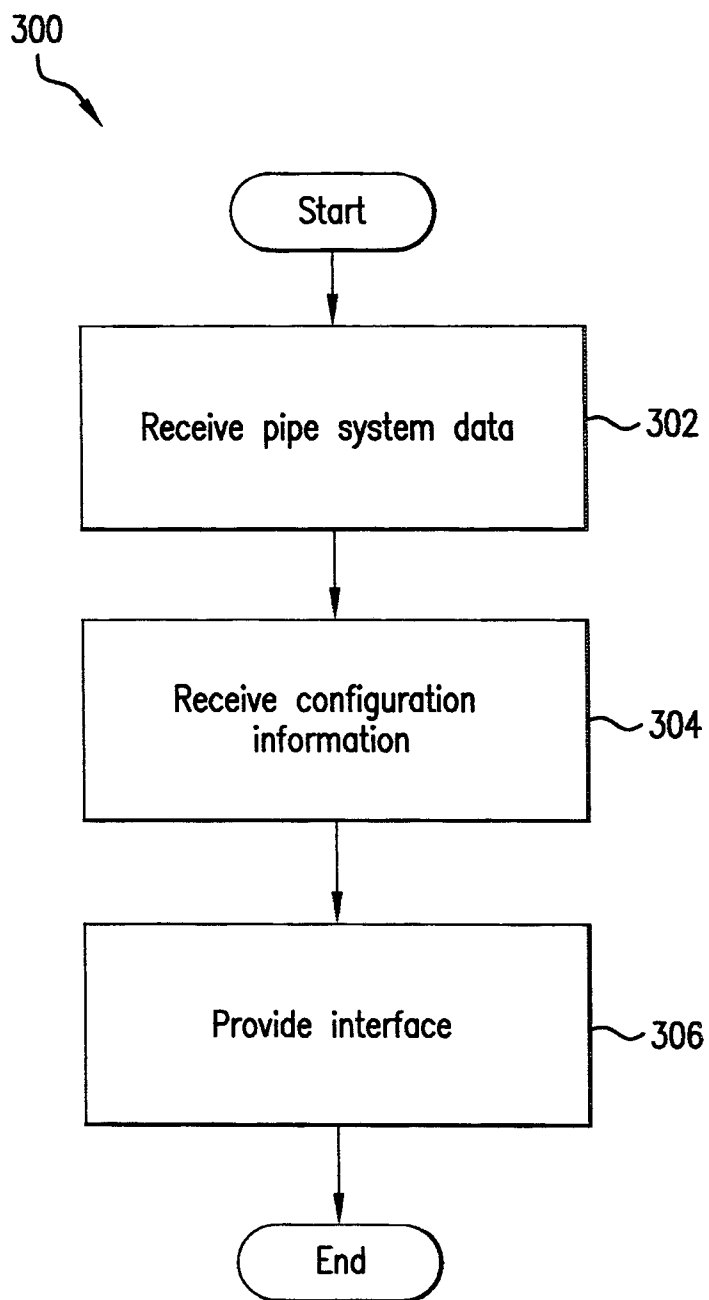


FIG.3

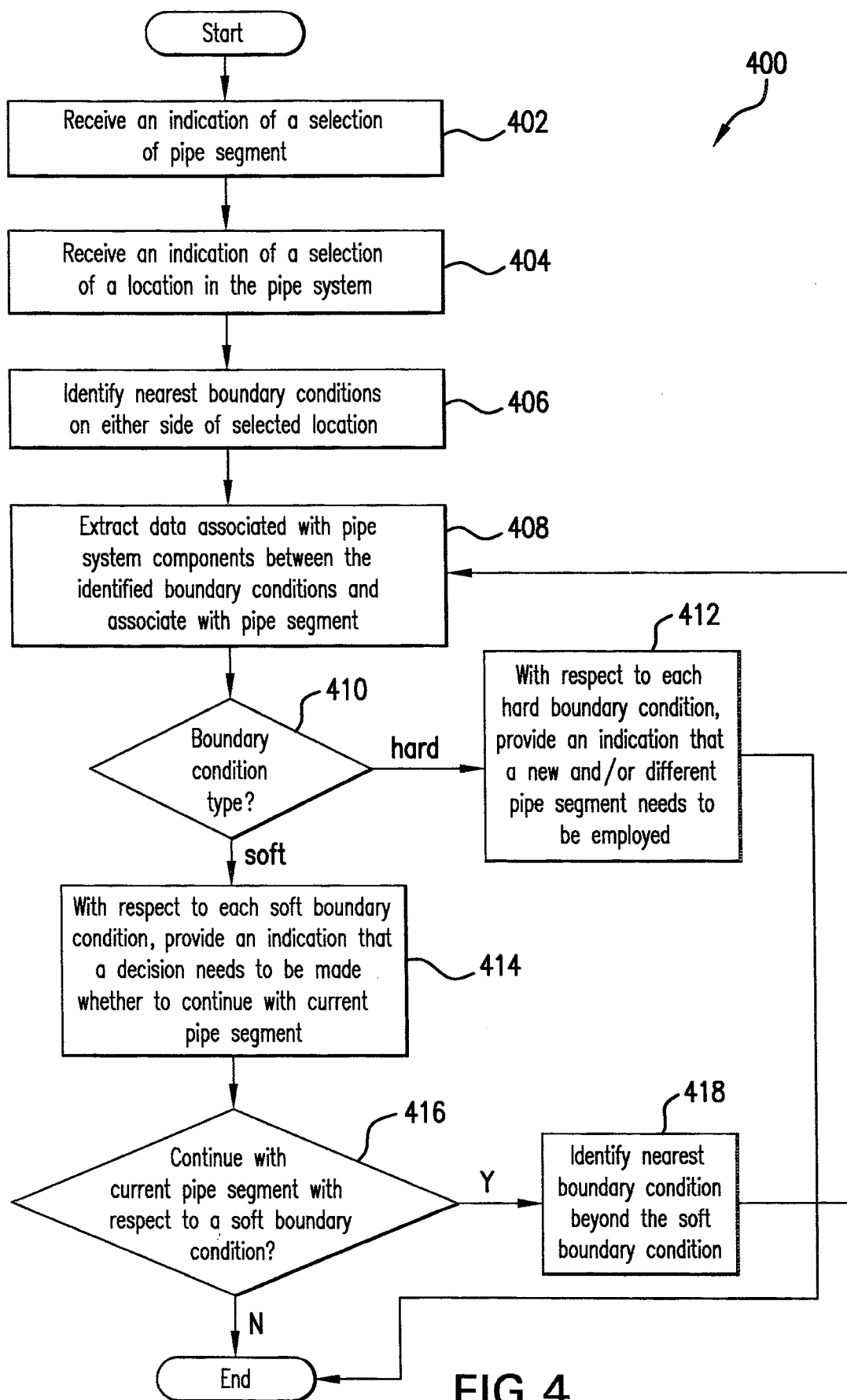


FIG.4

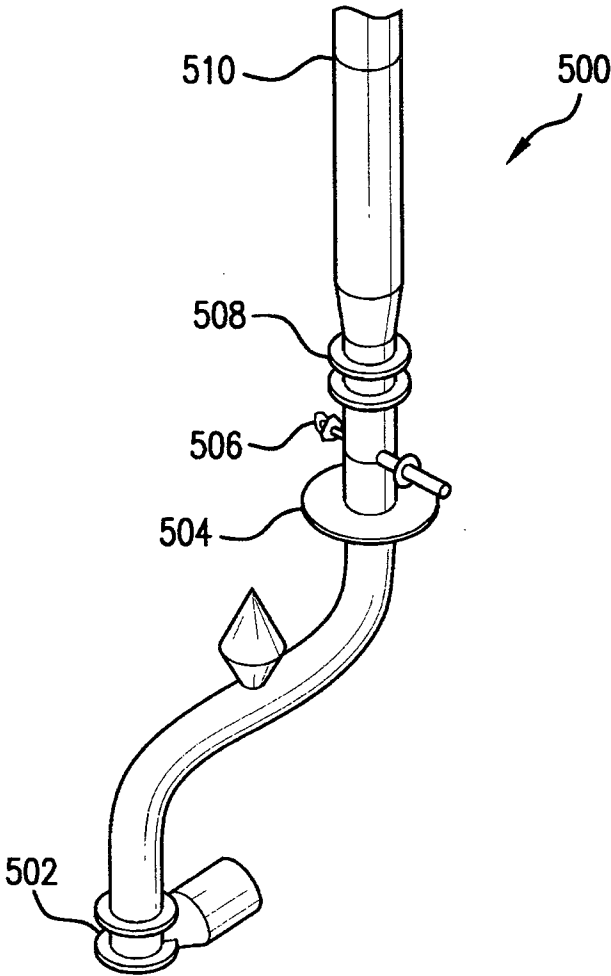


FIG.5

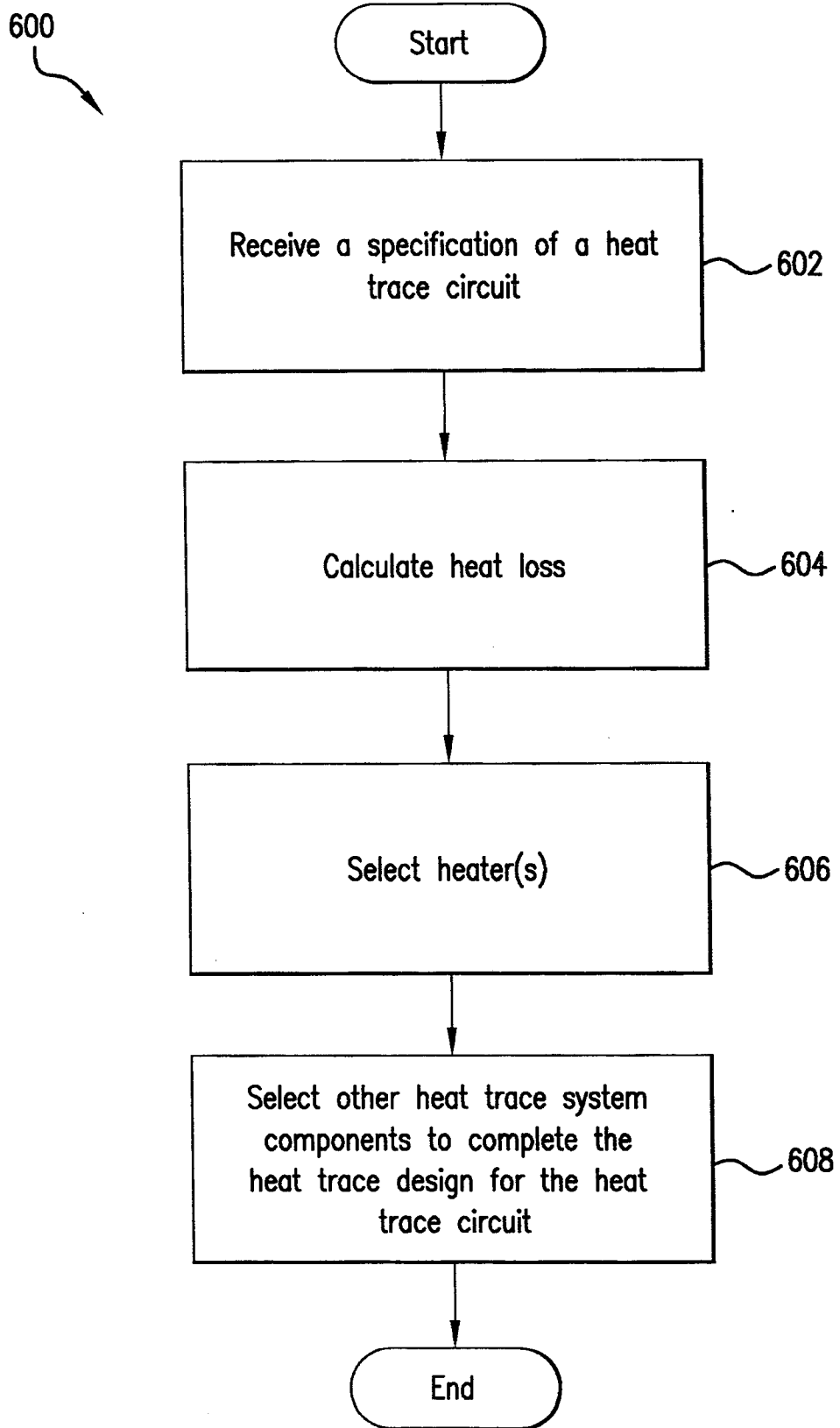


FIG.6

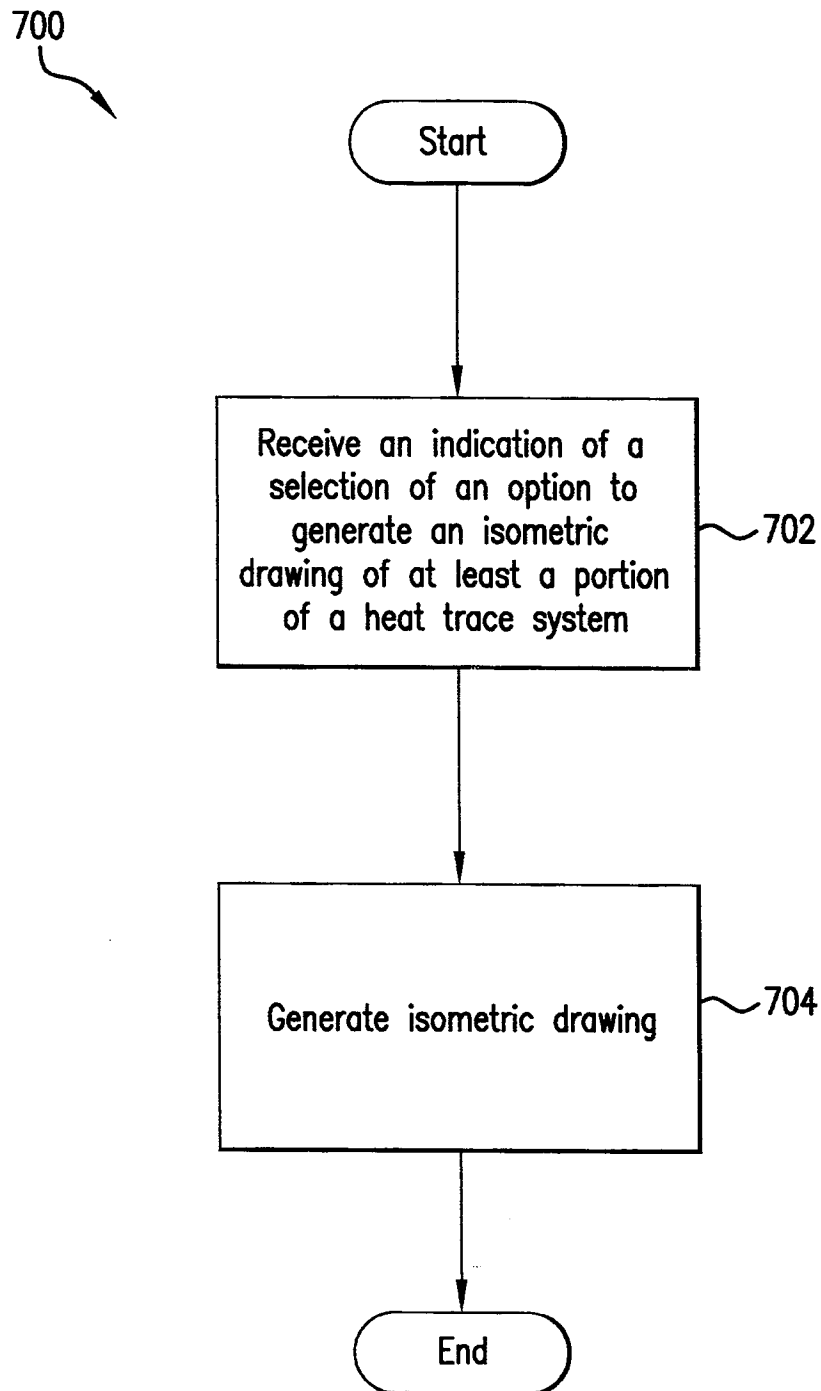


FIG. 7

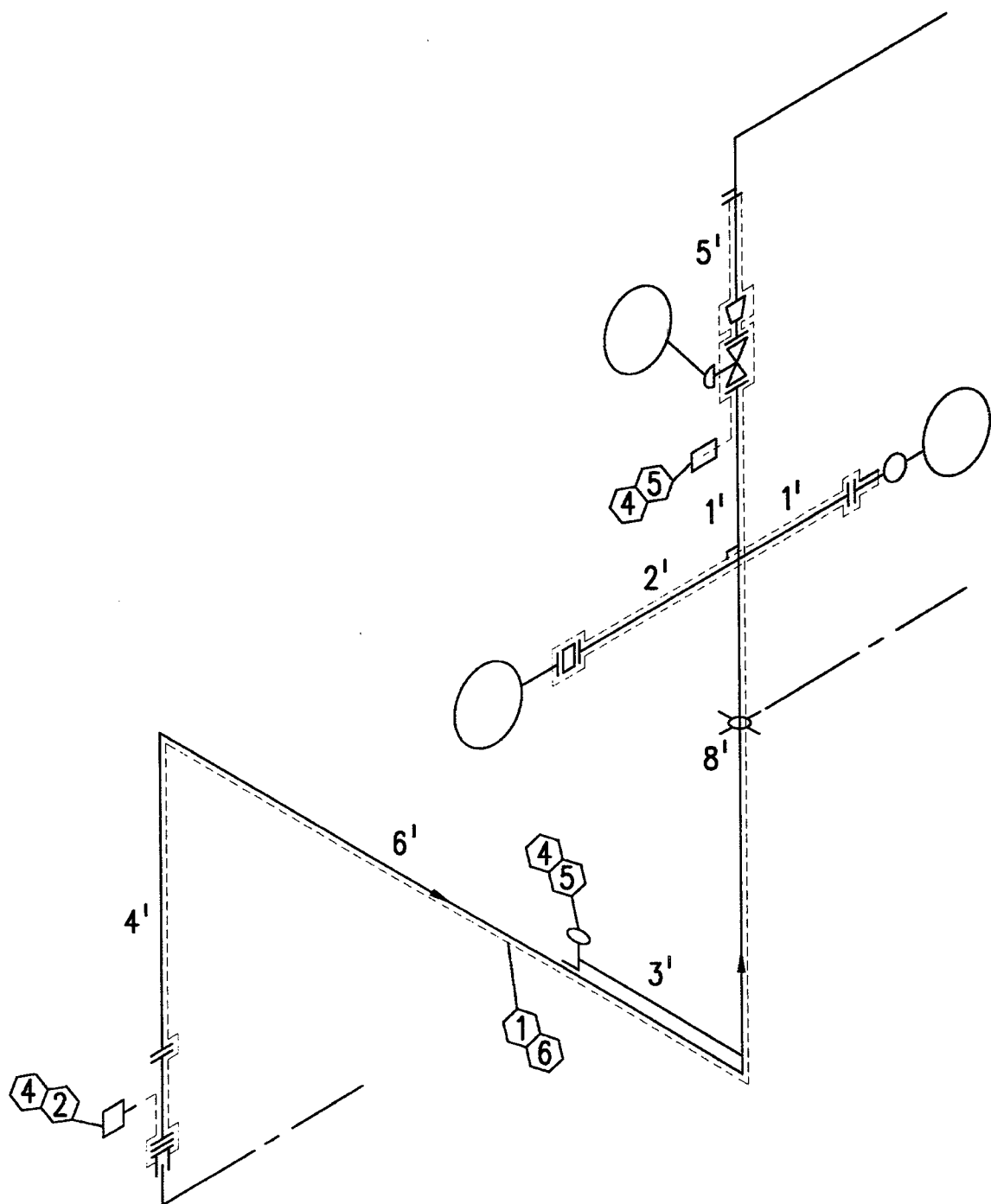


FIG. 8

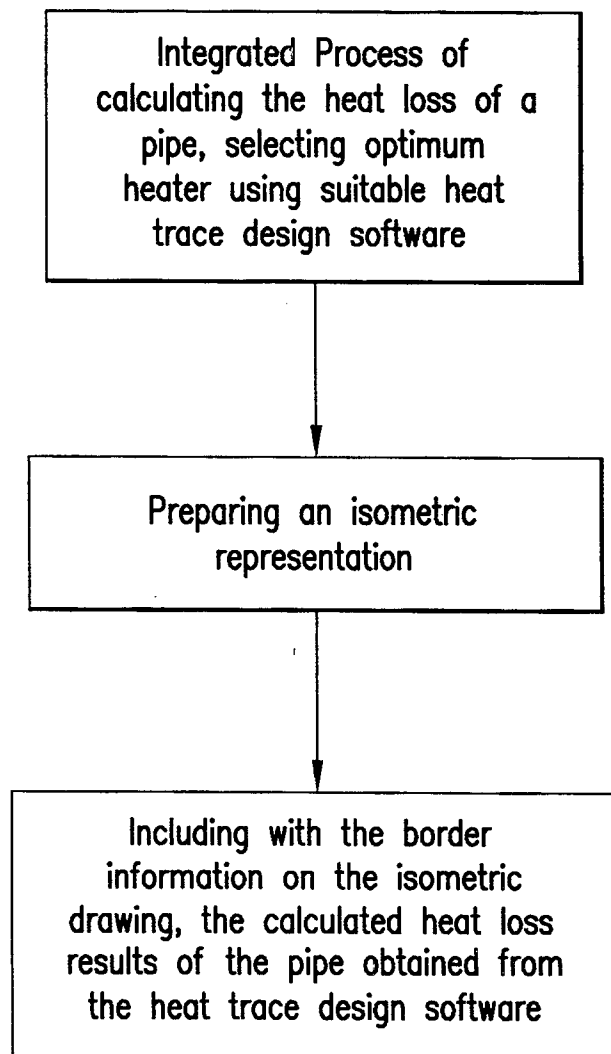


FIG.9

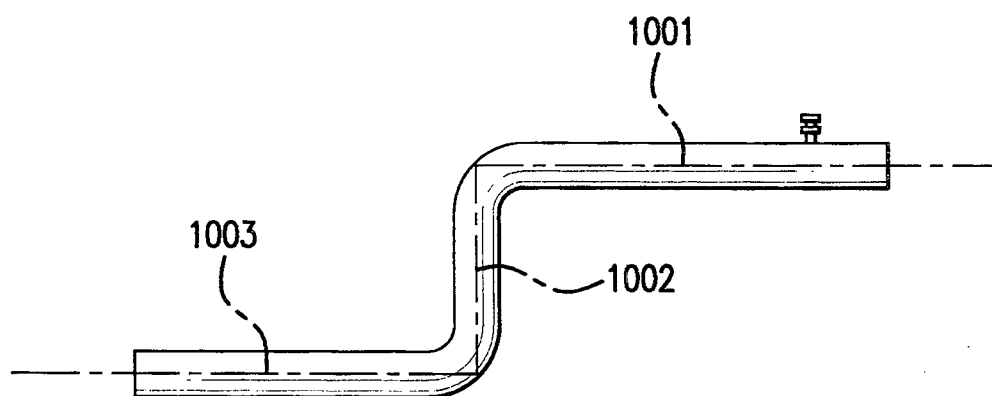


FIG. 10a

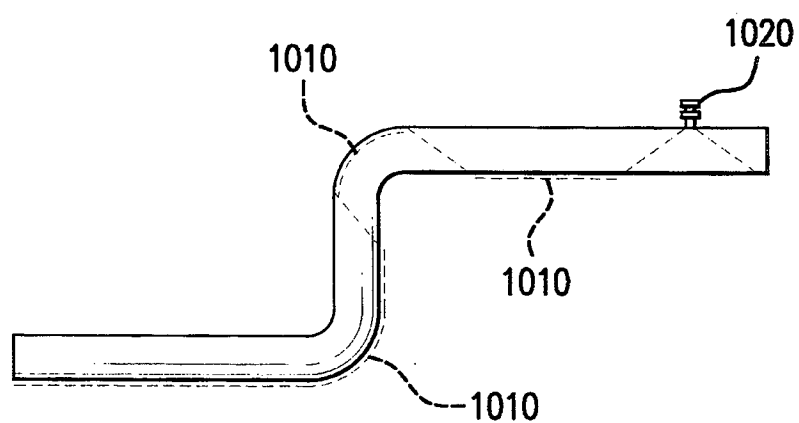


FIG. 10b

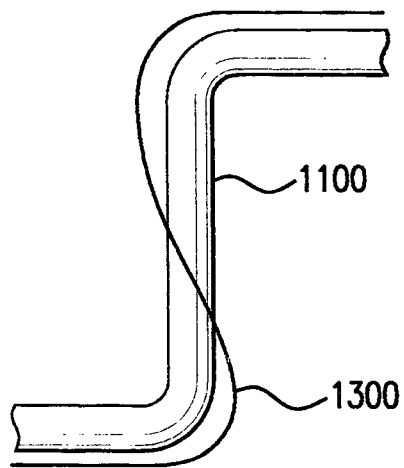


FIG. 13

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA SEGÚN EL TRATADO DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de Propiedad Intelectual
Oficina Internacional



(43) Fecha de Publicación Internacional
30 de abril de 2009 (30.04.2009)

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2009/055545 A1

PCT

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
E03B 7114 (2006.01)

(21) No. Solicitud Internacional: PCT/US2008/080916

(22) Fecha de Presentación Internacional:
23 de octubre de 2008 (23.10.2008)

(25) Idioma de Presentación: Inglés

(26) Idioma de Publicación: Inglés

(30) Datos relativos a la Prioridad:
60/982,369 24 de octubre de 2007 (24.10.2007) US
60/982,376 24 de octubre de 2007 (24.10.2007) US
60/982,373 24 de octubre de 2007 (24.10.2007) US
60/984,780 2 de noviembre de 2007 (02.11.2007) US
60/984,772 2 de noviembre de 2007 (02.11.2007) US
11/983,056 5 de noviembre de 2007 (05.11.2007) US

(71) Solicitante (para todos los países destinatarios con excepción de US): **TYCO THERMAL CONTROLS LLC** [US/US]; 2415 Bay Road, Redwood City, CA 94063 (US).

(72) Inventores, e
(75) Inventores/Solicitantes (para US únicamente):
BOURGEOIS, Neil [CA/CA]; #1605 10160 115 St., Edmonton, Alberta T5K 1T6 (CA). **CASTILLO, Elson** [CA/CA]; 4807-190TH Street, Edmonton, Alberta T6M 2S7 (CA). **DENG, Xiaorong** [CA/CA]; Edmonton, Alberta (CA). **EASLEY, Michael** [US/US]; 5314 Fairweather Court, Katy, TX 77450 (US). **GILMOUR, Rodney** [CA/CA]; #106 27019 Twp Rd 514, Spruce Grove, Alberta T7Y 1G6 (CA). **TODD, Mitchell** [US/US]; 14750 SW Shoue Drive, Tigard, OR 97224 (US). **HENSLEY, Cara** [US/US]; 2222 Smith Street, Apartment 314, Houston, TX 77002 (US). **GUINAND, Bruno** [FR/FR]; Les Franchises-La Chardonne, F-69640 Denice (FR). **NOEL, Steven** [CA/CA]; 13639-135A Avenue, Edmonton, Alberta T5L 3Z8 (CA). **HUNTER, Donald** [US/US]; 5030 Canyon Gate Drive, Pasadena, TX 77505 (US). **PODRUZYNY, Brent** [CA/CA]; 8324-171 Avenue NW, Edmonton, Alberta T5Z 3E3 (CA). **WESTERHUIJS, Willem** [NL/NL]; Arsenaal 19, NL-2141 MS Vijfhuizen (NL).

[Continúa en la siguiente página]

(54) Título: FABRICACIÓN DE UN CABLE DE RASTREO TÉRMICO, DISEÑO, INSTALACIÓN Y MANEJO, Y MÉTODO DE LOS MISMOS

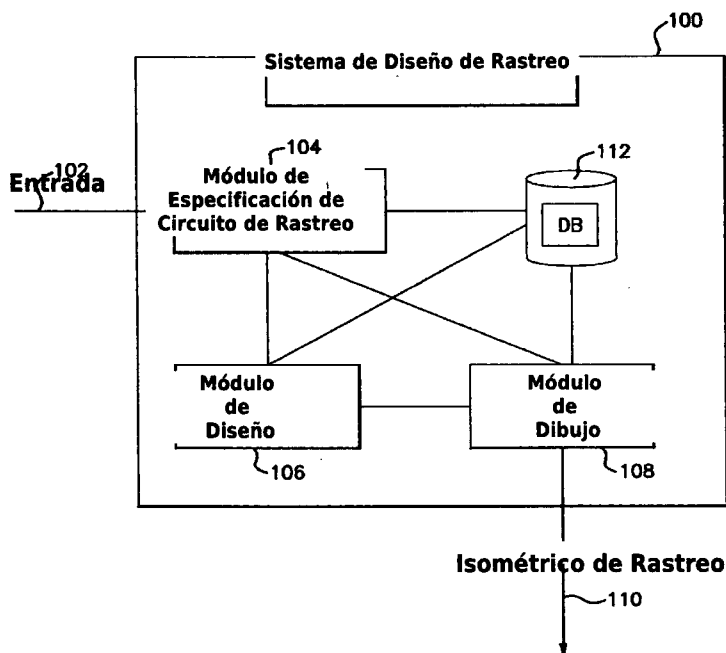


FIG. 1

(57) Extracto: La fabricación e instalación de sistemas de rastreo térmico, particularmente cables, se controlan a partir de controles exhaustivos en el diseño y manejo de los sistemas de rastreo térmico.

(74) Agente: PRATT, Wyatt; Tyco Flow Control, 9 Roszel Road, Princeton, NJ 08540 (US).

SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(81) Países designados (a menos que se indique lo contrario para cada clase de protección disponible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

(84) Países designados (a menos que se indique lo contrario para cada clase de protección disponible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicado:

— Con informe internacional de búsqueda.

FABRICACIÓN DE UN CABLE DE RASTREO TÉRMICO, DISEÑO, INSTALACIÓN Y MANEJO, Y MÉTODO DE LOS MISMOS

ARTE PREVIO

[0001] Esta solicitud es una continuación en parte de la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. 11/983056 presentada el 5 de noviembre de 2007 y reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serie No. 60/982,369 presentada el 24 de octubre de 2007; la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serie No. 60/982,376 presentada el 24 de octubre de 2007; la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serie No. 60/982,373 presentada el 24 de octubre del 2007; la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serie No. 60/984,780 presentada el 2 de noviembre de 2007; y la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Serie No. 60/984,772 presentada el 2 de noviembre de 2007.

[0002] La presente se invención refiere a la fabricación de cable de rastreo térmico, la instalación de un sistema de rastreo térmico y el diseño y manejo del mismo.

[0003] Los sistemas de rastreo térmico se emplean para calentar y mantener tuberías y/o materiales transportados por tuberías a temperaturas deseadas o en intervalos deseados de temperatura. La mayoría de las aplicaciones industriales de rastreo térmico ("**heat tracing**") implican configuraciones y requerimientos únicos de calefacción. Existen aplicaciones para el diseño de sistemas automáticos de rastreo térmico. Normalmente, tales aplicaciones requieren que los datos del sistema de tuberías se extraigan manualmente de archivos de diseño del sistema de tuberías y se incorporen a la aplicación. Tal extracción manual es propensa a errores y es una operación que demanda mucho tiempo. Más aún, en aplicaciones típicas, no puede validarse fácilmente la consistencia de los datos utilizados para calcular la pérdida de calor y seleccionar los componentes de un sistema de rastreo térmico, generar dibujos isométricos del sistema de rastreo térmico y poblar la información límite en los dibujos.

[0004] En consecuencia, existe una necesidad de mejora en la fabricación de un cable de rastreo térmico y en la instalación de sistemas de rastreo térmico. La presente invención aborda estas necesidades, entre otras.

[0005] La presente invención provee un método para instalar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico, para por lo menos una porción de un sistema de tuberías, que incluye (1) recibir datos tridimensionales del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen ubicaciones de la tubería en el sistema de tuberías, (2) extraer automáticamente datos asociados con uno o más componentes del sistema de tuberías, incluidos los datos recibidos del sistema de tuberías, (3) determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para la porción del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos y, (4) instalar por lo menos una porción del sistema de rastreo térmico determinado a lo largo de por lo menos una porción del sistema de tuberías.

[0006] La presente invención proporciona asimismo un método para fabricar un cable de rastreo térmico, que incluye (1) recibir datos tridimensionales del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen ubicaciones de la tubería en el sistema de tuberías, (2) extraer automáticamente los datos asociados con uno o más componentes del sistema de tuberías, incluidos los datos recibidos del sistema de tuberías, (3) determinar la longitud de un cable de rastreo térmico para la porción del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos y, (4) fabricar el cable de rastreo térmico en la longitud determinada.

[0007] Adicionalmente, la presente invención ofrece un método para determinar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico, para por lo menos una porción de un sistema de tuberías, que incluye (1) recibir datos del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen datos asociados con componentes del sistema de tuberías, (2) recibir una selección de un componente del sistema de tuberías, (3) extraer automáticamente datos asociados con un conjunto de uno o más componentes del sistema de tuberías incluyendo el componente del sistema de tuberías seleccionado de los datos recibidos del sistema de tuberías y, (4) determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para el conjunto de componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos.

[0008] Adicionalmente, la presente invención provee un sistema para determinar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico para por lo menos una porción de un sistema de tuberías con un procesador configurado para (1) recibir datos del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen datos asociados con componentes del sistema de tuberías, (2) recibir una selección de un componente del sistema de tuberías, (3) extraer

automáticamente datos asociados con un conjunto de uno o más componentes del sistema de tuberías, incluyendo el componente del sistema de tuberías seleccionado de los datos recibidos del sistema de tuberías y, (4) determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para el conjunto de componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos, y una memoria acoplada al procesador y configurada para impartir instrucciones al procesador.

[0009] Aún más, la presente invención provee un producto de programa de computador para determinar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico para por lo menos una porción de un sistema de tuberías, incorporándose el producto de programa de computador en un medio de lectura por computador e incluyendo instrucciones de computador para (1) recibir datos del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen datos asociados con componentes del sistema de tuberías, (2) recibir una selección de un componente del sistema de tuberías, (3) extraer automáticamente datos asociados con un conjunto de uno o más componentes del sistema de tuberías, incluyendo el componente del sistema de tuberías seleccionado de los datos recibidos del sistema de tuberías y, (4) determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para el conjunto de componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos.

[0010] La presente invención incorpora una representación de un modelo tridimensional (3D) de la tubería, en la que va a instalarse el cable de rastreo térmico. El uso de esta representación de un modelo 3D permite un cálculo más exacto de la longitud del cable de rastreo térmico a producirse, corrigiendo errores inherentes en el uso de cálculos de línea central. Como tal, las fases de producción pueden tener una longitud más exacta de cable calefactor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0011] Varias incorporaciones de la invención se divulgan en la siguiente descripción detallada y los dibujos acompañantes.

[0012] Figura 1 es un dibujo que ilustra una incorporación de un sistema de diseño de rastreo térmico **100**.

[0013] Figura 2 ilustra una incorporación de un proceso para diseñar un sistema de rastreo térmico o parte del mismo.

[0014] Figura 3 ilustra una incorporación de un proceso para configurar un sistema de diseño de rastreo térmico.

[0015] Figura 4 ilustra una incorporación de un proceso para recibir una especificación de un segmento de tubería.

[0016] Figura 5 ilustra ejemplos de ciertas condiciones límite.

[0017] Figura 6 ilustra una incorporación de un proceso para diseñar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico.

[0018] Figura 7 ilustra una incorporación de un proceso para generar un dibujo isométrico de rastreo térmico, que describe el enrutamiento de por lo menos una porción del sistema de rastreo térmico.

[0019] Figura 8 ilustra un dibujo isométrico de rastreo térmico.

[0020] Figura 9 ilustra un proceso integrado de realizar el diseño de rastreo térmico.

[0021] Figura 10 ilustra un ejemplo de inexactitudes detectadas con cálculos de línea central para cable de rastreo térmico.

[0022] Figura 11 ilustra una incorporación de criterios de cálculos para longitudes de cable de rastreo térmico.

[0023] Figura 12 ilustra una incorporación de la colocación de cable de rastreo térmico en localizaciones en forma de té (T).

[0024] Figura 13 ilustra una incorporación de una colocación envolvente ("*reach around*") de un cable de rastreo térmico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INCORPORACIÓN PREFERIDA

[0025] La invención puede implementarse en numerosas formas, incluyendo, un proceso, un aparato, un sistema, una combinación de material, un medio de lectura por computador, tal como un medio de almacenamiento de lectura por computador o una red de computadores en donde se envían instrucciones de programa a través de enlaces óptimos o de comunicaciones. En esta especificación, estas implementaciones, o cualquier otra forma que la

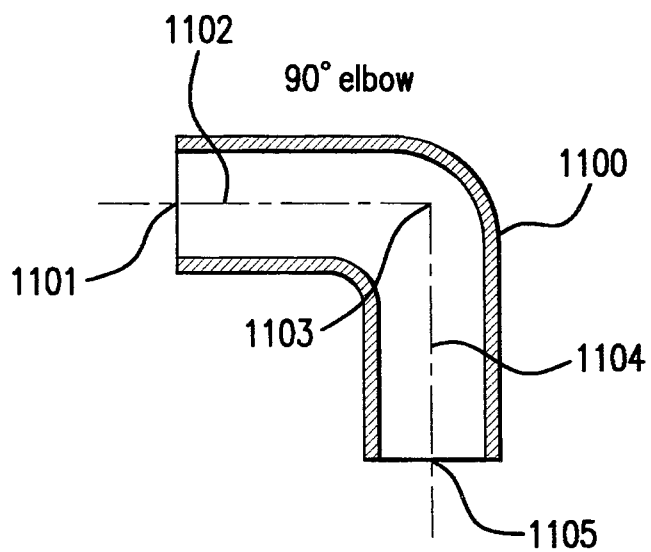


FIG. 11a

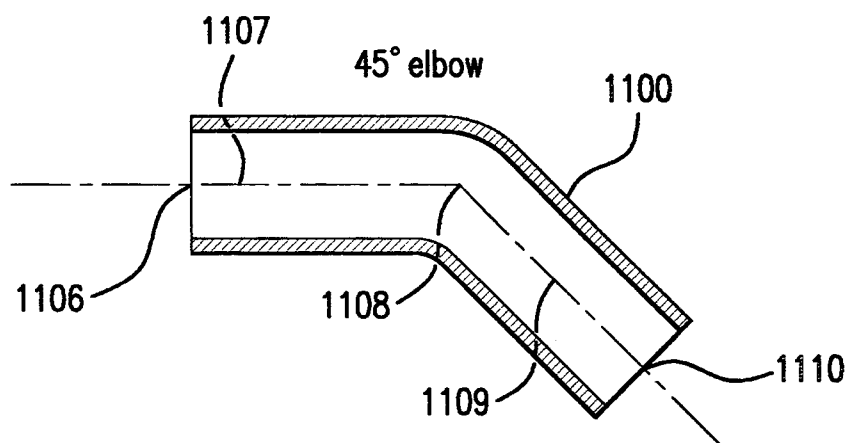


FIG. 11b

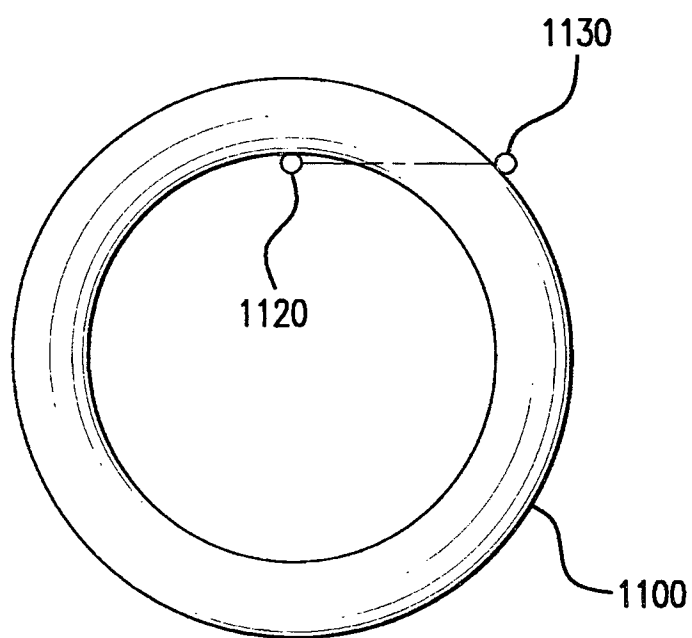


FIG. 11c

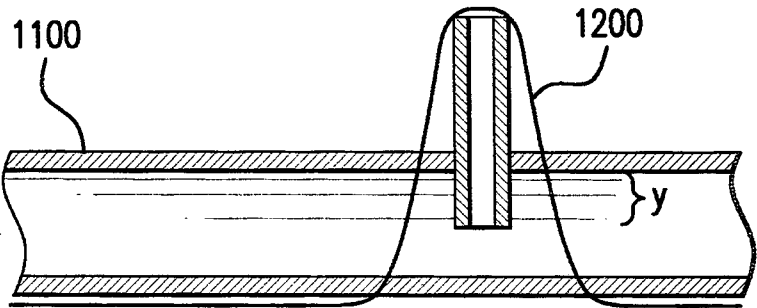


FIG.12

invención pueda adoptar, pueden denominarse como técnicas. Un componente, tal como un procesador o una memoria descritos como configurados para realizar una tarea, incluye tanto un componente general, que se configura temporalmente para realizar la tarea en un tiempo dado, como un componente específico, que se fabrica para realizar la tarea. En general, el orden de los pasos de los procesos divulgados puede alterarse dentro del ámbito de la invención.

[0026] A continuación se provee una descripción detallada de una o más incorporaciones de la invención junto con figuras acompañantes, que ilustran los principios de la invención. La invención se describe en conexión con tales incorporaciones, pero la invención no se limita a alguna incorporación. El ámbito de la invención se limita únicamente por las reivindicaciones, y la invención abarca numerosas alternativas, modificaciones y equivalentes. Numerosos detalles específicos se establecen en la siguiente descripción, con el fin de proporcionar un entendimiento exhaustivo de la invención. Estos detalles se suministran para el propósito de servir como ejemplo, y la invención puede ponerse en práctica de acuerdo con las reivindicaciones sin algunos o la totalidad de estos detalles específicos. Para propósitos de claridad, el material técnico que es conocido en los campos técnicos relacionados con la invención no se ha descrito en detalle, de modo que la invención no se oscurezca innecesariamente.

[0027] Tal como se emplea en esta especificación, un componente del sistema de tuberías se refiere a cualquier componente apropiado de un sistema de tuberías. Ejemplos de componentes del sistema de tuberías incluyen tuberías, bridas, válvulas, soportes, instrumentos, etc. En algunas incorporaciones, un sistema de tuberías se diseña modularmente ensamblando entre sí módulos que pueden montarse individualmente. Tal módulo se designa en esta especificación como un elemento de una estructura de descomposición del trabajo (WBS - *work breakdown structure*). Tal como se emplea en esta especificación, un componente de un sistema de rastreo térmico se refiere a cualquier componente apropiado de un sistema de rastreo térmico. Ejemplos de componentes de un sistema de rastreo térmico incluyen elementos calefactores o cables, cajas de conexiones de potencia, cajas de empalmes, cajas para té (T), sellamientos finales, dispositivos de unión para unir componentes de un sistema de rastreo térmico a componentes correspondientes del sistema de tuberías, termostatos, controladores, etc. Tal como se emplea en esta especificación, un usuario de un sistema de diseño de rastreo térmico puede incluir una persona, proceso, o aplicación.

[0028] En algunas incorporaciones, el sistema de rastreo térmico de un sistema de tuberías puede comprender uno o más circuitos de rastreo térmico.

Cada circuito de rastreo térmico se asocia con una porción del sistema de tuberías. En algunas incorporaciones, la especificación de un circuito de rastreo térmico (es decir, la especificación de las porciones de un sistema de tuberías a rastrearse por el circuito de rastreo térmico) comprende la especificación de uno o más segmentos de tubería. Tal como se emplea en esta especificación, un segmento de tubería se refiere a un tanque (v.g., software) que incluye datos asociados con un conjunto de uno o más componentes contiguos del sistema de tuberías, que comparten propiedades de pérdida de calor y/o criterios de selección de un calentador tal como el diámetro interno y el material de una tubería, el tipo de aislamiento y el espesor y temperaturas de diseño. Un segmento de tubería o tanque se puebla con datos necesarios para el diseño de un sistema de rastreo térmico. Ejemplos de tales datos incluyen la longitud de la tubería, el diámetro interno y el material; los números y/o tipos de disipadores de calor ("*heat sinks*") (v.g., bridas, válvulas, soportes, instrumentos); etc. Los segmentos de tubería pueden disponerse y/o definirse jerárquicamente, por ejemplo, para cada circuito de rastreo térmico. Una jerarquía de segmentos de tubería indica cómo se conectan lógicamente varios componentes y puede incluir un segmento de tubería madre y uno o más segmentos de tubería hija.

[0029] Figura 1 es un dibujo que ilustra una incorporación de un sistema de diseño de rastreo térmico **100**. El sistema de diseño de rastreo térmico **100** recibe una o más entradas de datos **102** incluyendo, por ejemplo, datos asociados con un sistema de tuberías que, por lo menos en parte, se desea rastrear térmicamente, información de configuración y/o parámetros, selecciones y/o especificaciones de porciones del sistema de tuberías, que se desean rastrear térmicamente, etc. El módulo de especificación del circuito de rastreo térmico **104** del sistema de diseño de rastreo térmico **100** recibe especificaciones de circuitos de rastreo térmico del sistema de tuberías. En algunas incorporaciones, la especificación de un circuito de rastreo térmico comprende las especificaciones de uno o más segmentos de tubería asociados. En algunas incorporaciones, como se describe en detalle a continuación, en respuesta a recibir un segmento de tubería particular o tanque, una selección de una localización de un sistema de tuberías, datos asociados con componentes del sistema de tuberías en proximidad de la localización del sistema de tuberías seleccionado, que comparten las características de pérdida de calor, se extraen automáticamente de datos disponibles del sistema de tuberías y se usan para poblar el segmento de tubería asociado o tanque, eliminando por lo menos en parte la necesidad de extracción manual y/o la entrada de tales datos. El módulo de especificación del circuito de rastreo térmico **104** puede emplearse para definir y/o poblar uno o más segmentos de tubería que comprenden los circuitos de rastreo térmico de un sistema de rastreo térmico del sistema de

tuberías. Un circuito de rastreo térmico o parte del mismo definido usando un módulo de especificación de circuito de rastreo térmico **104** puede procesarse por el módulo de diseño **106**. El módulo de diseño **106** efectúa cálculos de pérdida de calor y selecciona componentes apropiados de un sistema de rastreo térmico para el circuito de rastreo térmico. El módulo de diseño **104**, por ejemplo, puede comprender Tyco Thermal Controls' TraceCalc Pro® o cualquier aplicación de diseño automatizada similar. Enrutamientos del circuito de rastreo térmico, definidos usando el módulo de especificación del circuito de rastreo térmico **104** y/o cálculos y/o selecciones de componentes del sistema de rastreo térmico por el módulo de diseño **106** se emplean por el módulo de dibujo **108** para generar automáticamente un dibujo **110** de por lo menos una porción del sistema de rastreo térmico. En el ejemplo dado, la salida del sistema de diseño de rastreo térmico **100** comprende uno o más dibujos isométricos de rastreo térmico **110**. El módulo de dibujo **108**, por ejemplo, puede comprender ISOGEN® u otra aplicación generadora de dibujos isométricos automatizada similar. La información relacionada con cada circuito de rastreo térmico, diseñado usando un sistema de diseño de rastreo térmico **100**, se almacena, en algunas incorporaciones, en una base de datos común **112** u otra ubicación de almacenamiento accesible a cada módulo **104**, **106** y **108** de modo que cada módulo **104**, **106** y **108** opera en el mismo conjunto u objeto específico de tubería y datos de rastreo térmico, eliminando, o por lo menos reduciendo, el riesgo de error.

[0030] Figura 2 ilustra una incorporación de un proceso para diseñar un sistema de rastreo térmico o parte del mismo. En algunas incorporaciones, el proceso **200** se emplea por el sistema de diseño de rastreo térmico **100** de Figura 1. El proceso **200** comienza en **202**, en el cual se reciben datos del sistema de tuberías e información de configuración, y se provee una interfaz para especificar circuitos de rastreo térmico (v.g., segmentos asociados de tubería). En **204**, se reciben especificaciones de uno o más circuitos de rastreo térmico, por ejemplo, a través de la interfaz provista en **202**. En algunas incorporaciones, una especificación de un circuito de rastreo térmico incluye especificaciones de uno o más segmentos de tubería, que comprenden el circuito de rastreo térmico. Los segmentos de tubería asociados con cada circuito de rastreo térmico pueden arreglarse y/o definirse jerárquicamente. En **206**, se efectúan cálculos de pérdida de calor y se seleccionan componentes del sistema de rastreo térmico para los circuitos de rastreo térmico de **204**. En **208**, se generan uno o más dibujos (isométricos) del sistema de rastreo térmico o partes del mismo, por ejemplo, basándose por lo menos en parte en las especificaciones de **204** y/o cálculos y/o selecciones de componentes del sistema de rastreo térmico de **206**. Seguidamente termina el proceso **200**. En algunas incorporaciones, uno o más de

los pasos **204-208** pueden ejecutarse en varios incrementos del sistema de rastreo térmico que se está diseñando, de modo que el diseño pueda validarse incrementalmente. En muchos casos, la validación incremental, en lugar de la validación únicamente al final del proceso de diseño, resulta en un diseño de un sistema de rastreo térmico que satisface mejor las especificaciones deseadas.

[0031] Figura 3 ilustra una incorporación de un proceso para configurar un sistema de diseño de rastreo térmico. En algunas incorporaciones, el proceso **300** se emplea en **202** del proceso **200** de Figura 2. El proceso **300** comienza en **302**, en el cual se reciben datos asociados con un sistema de tuberías, que por lo menos se desea rastrear térmicamente. Los datos del sistema de tuberías recibidos en **302** incluyen archivos de diseño de sistemas de tubería tales como datos de modelos tridimensionales, v.g., en archivos IDF y PCF; datos de proceso, tales como los tipos de materiales que se van a transportar por las diferentes tuberías en el sistema de tuberías y/o las temperaturas deseadas y/o intervalos de temperatura de los materiales y/o en los cuales tienen que mantenerse las tuberías; etc. En **304**, se recibe la información de configuración. La información de configuración recibida en **304** se emplea, por ejemplo, para configurar o instalar el sistema de diseño de rastreo térmico para un sistema de tuberías particular, que se va a rastrear térmicamente. La información de configuración recibida en **304** puede incluir especificaciones de varios parámetros de diseño. Por ejemplo, la información de configuración de **304** puede incluir traducciones de uno o más identificadores de componentes del sistema de tuberías, incluidos en los datos del sistema de tuberías recibidos en **302**, a identificadores correspondientes que se reconocen y usan por el sistema de diseño de rastreo térmico; especificaciones de uno o más elementos de una estructura de descomposición del trabajo en el sistema de tuberías; preferencias de componentes del sistema de rastreo térmico tales como los tipos y/o modelos de componentes que se van a usar en el sistema de rastreo térmico y/o permitidos en la lista de materiales del sistema de rastreo térmico; identificadores que se van a usar para los componentes del sistema de rastreo térmico; unidades que se van a usar para el sistema de tuberías y/o el sistema de rastreo térmico; valores de corriente y/o voltaje que se van a usar; información de clasificación del área, v.g., si el sistema de tuberías se va a desplegar en un ambiente peligroso; etc. En **306**, se provee una interfaz para seleccionar y/o especificar segmentos de tubería asociados con circuitos de rastreo térmico del sistema de tuberías, y el proceso **300** termina. En algunas incorporaciones, la interfaz provista en **306** incluye una representación tridimensional de por lo menos una porción del sistema de tuberías dibujada en forma automática por computador ("**rendered**"), usando los datos del sistema de tuberías recibidos en **302**. Tal representación tridimensional o modelo provee, por

60

ejemplo, una vista intuitiva del tamaño y geometría del sistema de tuberías y puede emplearse por un usuario del sistema de diseño de rastreo térmico para seleccionar uno o más segmentos del sistema de tuberías, que se va rastrear térmicamente. En algunas incorporaciones, la interfaz provista en **306** incluye opciones para mostrar y/o crear jerarquías de segmentos de tubería para circuitos de rastreo térmico del sistema de tuberías.

[0032] Un usuario puede crear o especificar uno o más segmentos de tubería o tanques de varios tipos para cada circuito de rastreo térmico, por ejemplo, usando la interfaz provista en **306** del proceso **300** de Figura 3. Un segmento de tubería está vacío hasta que se puebla con datos del sistema de tuberías, tal como utilizando un proceso **400** de Figura 4. Como se describe con respecto al proceso **400**, en algunas incorporaciones, un segmento de tubería puede poblarse automáticamente en parte por lo menos, v.g., con datos del sistema de tuberías necesarios para el diseño del sistema de rastreo térmico. En algunas incorporaciones, una selección de localización de un sistema de tuberías por un usuario con respecto a un segmento de tubería seleccionado resulta en que el segmento de tubería se pueble automáticamente por lo menos en parte con datos asociados con la porción del sistema de tuberías entre las condiciones límite más próximas a ambos lados de la localización seleccionada.

[0033] Figura 4 ilustra una incorporación de un proceso para recibir una especificación de un segmento de tubería. En algunas incorporaciones, el proceso **400** se emplea en **204** del proceso **200** de Figura 2. El proceso **400** comienza en **402** en el cual se recibe una indicación de una selección de un segmento de tubería o tanque. Por ejemplo, la indicación de **402** puede recibirse en respuesta a un usuario que selecciona o hace clic sobre el segmento de tubería como el segmento de tubería actual, por ejemplo, mediante la interfaz provista en **306** del proceso **300** de Figura 3. En algunas incorporaciones, **402** incluye recibir una indicación de una creación del segmento de tubería, por ejemplo, en una jerarquía de segmentos de tubería asociados con un circuito particular de rastreo térmico. En **404**, se recibe una indicación de una selección de una localización en el sistema de tuberías. Por ejemplo, la indicación de **404** puede recibirse en respuesta a que el usuario seleccione o haga clic sobre la localización en un modelo tridimensional del sistema de tuberías provisto al usuario, por ejemplo, mediante la interfaz provista en **306** del proceso **300** de Figura 3. En **406**, se identifican automáticamente las condiciones límites más próximas a ambos lados de la localización seleccionada. Una condición límite, como se describe con más detalle a continuación, comprende una característica de un sistema de tuberías que pueda afectar las propiedades de pérdida de calor. En **408** datos y/o

parámetros de diseño relacionados con uno o más componentes del sistema de tuberías entre las condiciones límite identificadas se extraen automáticamente de los datos disponibles para el sistema de tuberías (v.g., de los datos/información de configuración recibidos en **302** y **304** del proceso **300** de Figura 3) y asociados con el segmento de tubería seleccionado. En algunas incorporaciones, los componentes del sistema de tuberías asociados automáticamente con el segmento de tubería en **408** comprenden la cantidad máxima del sistema de tuberías a lo largo de cualquiera de los dos lados de la localización seleccionada y contigua a la localización seleccionada que puede determinarse automáticamente para compartir características de pérdida de calor. La extracción automática de los componentes del sistema de tuberías entre las condiciones límite identificadas, así los parámetros de diseño asociados y/o propiedades de datos disponibles del sistema de tuberías y/o información de configuración elimina la necesidad para un usuario de determinar manualmente y especificar tal información, reduciendo la posibilidad de error, así como el tiempo de diseño. En algunas incorporaciones, **408** incluye resaltar en el modelo tridimensional del sistema de tuberías los componentes del sistema de tuberías entre las condiciones límite que se asocian automáticamente con el segmento de tubería seleccionado, de modo que el usuario pueda discernir fácilmente qué componentes del sistema de tuberías se han asociado con el segmento de tubería seleccionado.

[0034] En varias incorporaciones, pueden definirse condiciones límite apropiadas y/o clasificaciones de condiciones límite de cualquier tipo. En algunas incorporaciones, las posibles condiciones límite comprenden dos tipos diferentes: condiciones límite críticas ("**hard boundary conditions**") y condiciones límite no críticas ("**soft boundary conditions**"). Un condición límite crítica indica que los componentes del sistema de tuberías en y/o más allá de la condición límite crítica necesitan incluirse en un segmento de tubería nuevo o diferente, puesto que es probable que cambien las características de pérdida de calor en y/o más allá de la condición límite crítica. Ejemplos de condiciones límite críticas incluyen cambios en el diámetro interno de la tubería, cambios en el material de la tubería, cambios en el aislamiento de la tubería, el final de una tubería, etc. En algunas incorporaciones, puede permitirse cubrir una tubería únicamente con un solo circuito de rastreo térmico. En tales casos, una tubería cubierta por otro circuito de rastreo térmico comprende una condición límite crítica. Alternativamente, en algunas incorporaciones, una tubería puede cubrirse por una pluralidad de circuitos de rastreo térmico, por ejemplo, para redundancia o para calentar más rápidamente la tubería. En tales casos, una tubería cubierta por otro circuito de rastreo térmico comprende una condición límite no crítica. Una condición límite no crítica indica que necesita tomarse una decisión (v.g., por el usuario) si incluir

componentes del sistema de tuberías en y/o más allá de la condición límite no crítica en el segmento de tubería actual o en un segmento de tubería nuevo o diferente. En algunas incorporaciones, necesita seleccionarse un segmento de tubería nuevo o diferente para componentes del sistema de tuberías en y/o más allá de la condición límite no crítica si se espera que cambien, por lo menos, las propiedades de pérdida de calor del sistema de tuberías. Las condiciones límite no críticas ayudan igualmente a los usuarios a determinar cuándo necesitan emplearse nuevos cables calefactores, tal como el punto en el que ocurre el rompimiento de un módulo e instalar el cable en el campo de módulos. Cuando esto sucede, puede haber dos cables separados que se empalmen cuando los módulos se instalan en el sitio. Ejemplos de condiciones límite no críticas incluyen penetraciones de pared y/o piso en el sistema de tuberías, té en el sistema de tuberías, un cambio en elementos de estructura de descomposición del trabajo, etc. Una penetración de pared y/o piso es una condición límite no crítica, por ejemplo, porque condiciones ambientales (tales como temperatura ambiente, velocidad del viento, etc.) a ambos lados de la pared o el piso pueden ser las mismas (caso en el cual puede emplearse el mismo segmento de tubería) o pueden ser diferentes (caso en el cual necesita seleccionarse un segmento de tubería nuevo o diferente ya que las condiciones ambientales afectan la pérdida de calor). En algunas incorporaciones, los datos del sistema de tuberías, v.g., recibidos en **302** del proceso **300** de Figura 3, asociados con uno o más componentes del sistema de tuberías pueden incluir un indicador o bandera que especifique si tiene que rastrearse la temperatura del componente del sistema de tuberías correspondiente. Por ejemplo, una bandera con valor "1" puede indicar que tiene que rastrearse térmicamente un componente de un sistema de superficie asociado, y una bandera con un valor "0" puede indicar que no tiene que rastrearse térmicamente un componente de un sistema de tuberías asociado. En algunas incorporaciones, un cambio de indicador de rastreo térmico (es decir, un cambio del valor de la bandera) comprende una condición límite no crítica. Se solicita una decisión por un usuario, por ejemplo, en el caso en que uno o más indicadores de rastreo térmico se hayan especificado incorrectamente en los datos originales del sistema de tuberías. Figura 5 ilustra ejemplos de algunas condiciones límite. Se representa una porción tridimensional de un sistema de tuberías **500**. El ejemplo dado ilustra el final de una tubería **502**, una penetración de piso **504**, una té **506**, un cambio del diámetro interno de la tubería **508** y un cambio del indicador de rastreo térmico **510**, que en algunos casos se representa por un cambio en el color de la tubería.

[0035] Volviendo al proceso **400** de Figura 4, el tipo de cada condición límite identificada se determina en **410**. Si se determina en **410** que se identificaron una

63

o más condiciones límite críticas, se provee una indicación en **412**, con respecto a cada condición límite crítica identificada, de que necesita emplearse un segmento de tubería nuevo y/o diferente para componentes del sistema de tuberías en y/o más allá de la condición límite crítica, y el proceso **400** termina. Si se determina en **410** que se identificaron una o más condiciones límite no críticas, se provee una indicación en **414**, con respecto a cada condición límite no crítica, de que necesita tomarse una decisión si continuar con el segmento de tubería actual o crear un nuevo segmento de tubería o usar uno diferente para componentes del sistema de tuberías en y/o más allá de la condición límite no crítica. En **416** se determina si se recibe una indicación de continuar con el segmento de tubería actual (es decir, el segmento de tubería seleccionado en **402**) con respecto a una condición límite no crítica. Si se recibe una indicación de continuar con el segmento de tubería actual con respecto a una condición límite no crítica en **416**, en **418** se identifica la condición límite más próxima más allá de la condición límite no crítica, y el proceso **400** continúa en el paso **408**. Si no se recibe una indicación de continuar con el segmento de tubería actual con respecto a una condición límite no crítica en **416**, el proceso **400** termina. En varias incorporaciones, un segmento de tubería nuevo y/o diferente seleccionado para componentes del sistema de tuberías en y/o más allá de una condición límite puede ser parte del mismo circuito de rastreo térmico que el segmento de tubería seleccionado en **402** o de un circuito de rastreo térmico diferente.

[0036] En algunas incorporaciones, usando el proceso **400**, gran parte de los datos necesarios para cálculos de pérdida de calor y/o selección del componente del sistema de rastreo térmico se extrae automáticamente de datos disponibles del sistema de tuberías y se utiliza para poblar segmentos de tubería. Aparte de acelerar el proceso de diseño, la extracción automática en lugar de la extracción manual de tales datos elimina o por lo menos reduce la probabilidad de errores. En algunas incorporaciones, la entrada de datos del usuario únicamente se requiere en condiciones límite. En tales casos, las condiciones límite le dan oportunidades al usuario de tomar decisiones de diseño. Por ejemplo, un usuario puede seleccionar continuar poblando un segmento de tubería actual (v.g., más allá de una condición límite no crítica si se determina que las propiedades de pérdida de calor no cambian más allá de la condición límite no crítica), un usuario puede seleccionar y/o especificar segmento de tubería nuevo y/o diferente si se espera que las propiedades de pérdida de calor cambien más allá de una condición límite, un usuario puede decidir continuar con un segmento de tubería de un circuito diferente de rastreo térmico más allá de una condición límite y/o no rastrear térmicamente el sistema de tuberías más allá de una condición límite, etc. En algunas incorporaciones, las decisiones en una o más condiciones límite

pueden automatizarse por lo menos en parte, basándose en las posibles elecciones que pueden hacerse en las condiciones límite, y pueden no requerirse datos de entrada del usuario y/o pueden ser opcionales.

[0037] Figura 6 ilustra una incorporación de un proceso para diseñar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico. En algunas incorporaciones, el proceso **600** se emplea en **206** del proceso **200** de Figura 2. El proceso **600** se inicia en **602** en el cual se recibe una especificación de un circuito de rastreo térmico (o parte del mismo). En algunas incorporaciones, la especificación del circuito de rastreo térmico comprende especificaciones de uno o más segmentos de tubería que comprenden el circuito de rastreo térmico. En **604**, la pérdida de calor se calcula para varias partes del circuito de rastreo térmico. Por ejemplo, datos asociados con un segmento de tubería se emplean para calcular la pérdida de calor del segmento de tubería y/o uno o más componentes del sistema de tuberías incluidos en el segmento de tubería. En **606**, se seleccionan uno o más calentadores para el circuito de rastreo térmico, basándose por lo menos en parte en los cálculos de pérdida de calor. Por ejemplo, se seleccionan los calentadores que mejor satisfagan las especificaciones precisadas de calefacción y/o las preferencias del sistema de rastreo térmico. En algunas incorporaciones, **606** incluye determinar el número el número de pasadas (es decir, la relación de rastreo) de los calentadores para varios componentes del sistema de tuberías. En **608**, se seleccionan otros componentes del sistema de rastreo térmico, tales como componentes conectores, para completar el diseño de rastreo térmico para el circuito de rastreo térmico. Seguidamente el proceso **600** termina. En algunas incorporaciones, el proceso **600** resulta en la generación de una lista de materiales para la porción del sistema de rastreo térmico que se está diseñando. Las selecciones en **606** y **608** pueden basarse en restricciones de diseño especificadas y/o preferencias. Por ejemplo, pueden hacerse las selecciones de **606** y **608** para garantizar que se satisfagan por lo menos restricciones críticas. Se pueden intentar satisfacer restricciones no críticas en la medida posible y, en el caso de que no se satisfagan una o más, pueden proporcionarse advertencias apropiadas (v.g., cable demasiado largo, amperaje muy alto, temperatura excede el intervalo, etc.). Aunque descrito para un único circuito de rastreo térmico o parte del mismo, el proceso **600** puede emplearse análogamente para una pluralidad de circuitos de rastreo térmico o partes del mismo, cuyas especificaciones se reciben en **602**.

[0038] Figura 7 ilustra una incorporación de un proceso para generar un dibujo isométrico de rastreo térmico que describe el enrutamiento de por lo menos una porción del sistema de rastreo térmico. En algunas incorporaciones, el

proceso 700 se emplea en 208 del proceso 200 de Figura 2. El proceso 700 se inicia en 702 en el cual se recibe una indicación de una selección de una opción para generar un dibujo isométrico para por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico. Por ejemplo, la indicación de 702 puede recibirse con respecto a un circuito particular de rastreo térmico de un sistema de rastreo térmico. En 704, se genera un dibujo isométrico, y termina el proceso 700. En algunas incorporaciones, el dibujo generado en 704 puede incluir información límite tal como datos calculados de rastreo térmico, la lista de materiales del sistema de rastreo térmico o por lo menos de la porción del sistema de rastreo térmico descrito en el dibujo, datos de temperatura, archivos fuente del sistema de tuberías, etc. En algunas incorporaciones, el dibujo generado en 704 puede no ser isométrico. En algunas incorporaciones, pueden generarse múltiples dibujos en 704.

[0039] Figura 8 ilustra una incorporación de un dibujo isométrico de rastreo térmico. En algunas incorporaciones, el dibujo de Figura 8 se genera en 704 del proceso 700 de Figura 7. Como se describe, el dibujo isométrico incluye una variedad de información límite.

[0040] Como se describe previamente, en algunas incorporaciones, un objeto específico único ("*a single instance*") de tubería y datos de diseño de rastreo térmico se mantienen y/o emplean por todos los módulos de un sistema de diseño de rastreo térmico. Esto no sólo garantiza que se usen datos consistentes para calcular la pérdida de calor y seleccionar componentes del sistema de rastreo térmico, generar dibujos isométricos del sistema de rastreo térmico, y poblar la información límite en los dibujos isométricos, pero también garantiza que los cambios en los datos fuente se escalonen a través del sistema.

SELECCIÓN SIMULTÁNEA DEL CALENTADOR Y ENRUTAMIENTO DEL CABLE

[0041] Con referencia a la Figura 9, el diseño de rastreo térmico incluye preferiblemente un proceso integrado de (1) calcular la pérdida de calor de una tubería y seleccionar el calentador óptimo usando un software apropiado de diseño de rastreo térmico, tal como TraceCalc Pro®, (2) preparar una representación isométrica, v.g., dibujo, ya sea automática o manualmente, que indique el enrutamiento apropiado del calentador en la tubería para el circuito de rastreo térmico y, (3) incluir con la información límite en el dibujo isométrico los resultados calculados de la pérdida de calor de la tubería, obtenidos del software de diseño de rastreo térmico. Como se observa en Figura 9, estos pasos (de

66

realizar el diseño de rastreo térmico, a saber, el software de diseño de rastreo térmico, la generación del dibujo isométrico y la incorporación de los resultados calculados del software de diseño de rastreo térmico en la información límite del dibujo) pueden integrarse completamente. Esta integración de los tres pasos resulta en la generación simultánea del diseño y el dibujo basada en un objeto específico único de la tubería y los datos de diseño.

[0042] Como se muestra en Figura 5, se prepara un modelo tridimensional (3D) que representa la tubería. Datos relativos a la tubería se extraen de la representación del modelo 3D y se pasan al software de diseño de rastreo térmico, tal como el software de diseño de rastreo térmico TraceCalc Pro®. Éste permite formar una relación directa entre los componentes individuales de la tubería cubiertos por el circuito, y los resultados calculados de la pérdida de calor (principalmente los calentadores seleccionados). Usando las relaciones directas formadas entre los componentes individuales de la tubería cubiertos por el circuito y los resultados calculados de la pérdida de calor, el dibujo isométrico que representa el circuito de rastreo térmico se genera automáticamente basándose en los mismos datos pasados al software de diseño de rastreo térmico. Esta relación garantiza la consistencia entre los resultados calculados de la pérdida de calor y el dibujo isométrico. Los resultados calculados de la pérdida de calor se incorporan automáticamente en el límite del dibujo isométrico, garantizando así aún más la consistencia del dibujo. De esta manera, las funciones del software de diseño de rastreo térmico, la generación del dibujo isométrico y la generación límite del dibujo están completamente integradas. Esto resulta en la generación simultánea del diseño y el dibujo, basándose en un objeto específico único de la tubería y los datos de diseño.

[0043] Hay muchas ventajas atribuibles a la presente metodología. Por ejemplo, la presente tecnología mejorará la consistencia del dibujo isométrico de rastreo térmico. Además, será posible manejar los tres pasos del diseño de rastreo térmico, descritos más arriba en el texto, en un solo paso, y con un solo objeto específico de datos. En otro aspecto, la presente tecnología garantizará que los cambios en los datos fuente entren al sistema, permitiendo identificar y revisar los circuitos afectados.

DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL TRAYECTO DE RASTREO

[0044] Adicionalmente, la presente invención incluye un método para determinar la longitud del cable calefactor requerida para una tubería y la instalación del cable calefactor, basándose en esa longitud de trayecto

determinada. Convencionalmente, el diseño de rastreo térmico de una tubería se ha basado en la longitud de línea central fácilmente calculable de la tubería. Sin embargo, cuando el cable físico de rastreo térmico se instala en el exterior de la tubería, el cable de rastreo térmico sigue típicamente un trayecto que tiene una longitud diferente a la longitud de línea central calculada, generalmente una longitud que excede la longitud usando la aproximación de línea central. La diferencia en longitud entre la longitud basada en la línea central, y la longitud actual instalada del cable de rastreo térmico, puede ser significativa, por ejemplo, hasta 10%, particularmente cuando se encuentra implicada una tubería de diámetro interno grande. Esta diferencia de longitud es particularmente crítica para cables aislados con mineral (MI - *mineral insulated*) instalados. Cables aislados con mineral, fabricados sobre medidas a una longitud diseñada en una fábrica, tienen una alta probabilidad de ser producidos con una longitud incorrecta. Como resultado, los cables producidos con longitudes a base de línea central se construyen con una longitud inefectiva más corta que la longitud requerida. Las adiciones a la longitud calculada del cable, para evitar que los cables sean más cortos de lo requerido, son propensas a un cálculo errado, y particularmente ineficientes para un proyecto complejo. Estas adiciones a la longitud calculada, denominadas "tolerancia de serpenteo" ("**snaking allowance**"), se basan comúnmente en valores promedios.

[0045] El uso de longitudes basadas en línea central, para producir las longitudes de cable de rastreo térmico requeridas, ha sido el estándar de la industria. Como se indicó anteriormente, el uso de esta técnica de longitud de línea central ha resultado en muchas inexactitudes y no ha habido solución disponible para corregir el problema. En particular, el uso de las longitudes basadas en línea central ha resultado en que cables de rastreo térmicos sean más cortos de lo requerido, o si se intenta corregir este problema, teniendo que ofrecer tolerancias de serpenteo, en algunos casos hasta alrededor del 7%, a circuitos que rastrean tubería de diámetro interno grande. En secciones rectas de la tubería, esto resulta a menudo en el diseño de cable excesivo significativo. Como se observa en Figura 10, estas inexactitudes pueden ser significativas. Por ejemplo, Figura 10a puede representar un cálculo de línea central de 7.04m, indicando la Figura 10b que la longitud total efectiva del rastreo térmico es de 7.7m. Generalmente, el cálculo de línea central mostrado en 10a proporciona una suma de los segmentos **1001**, **1002** y **1003**, mientras que la longitud total efectiva incorpora distancias que incluyen tolerancias a lo largo de la longitud de trayecto **1001** para la purga **1020**, codos, etc., así como distancias de línea recta.

[0046] Inexactitudes en longitudes calculadas de cable de rastreo térmico,

66

resultantes del uso de longitudes de línea central de una tubería que se basan en dibujos isométricos de la tubería, son particularmente evidentes a lo largo de longitudes que incorporan codos, té y envolventes ("**reach arounds**"). Como se observa en Figuras 11-12, la presente invención supera los errores detectados en metodologías convencionales para calcular cable calefactor.

[0047] Los datos adquiridos en la representación del modelo 3D incluyen información acerca del radio de curvatura y el grado de flexión para cada codo. Errores detectados en las longitudes calculadas, que tienen codos, dependen del radio de curvatura y del grado de flexión del codo. La longitud de línea central de una tubería dada puede diferir aproximadamente diez por ciento (10%), más corta o más larga, de la longitud efectiva del arco exterior (el trayecto que el cable de rastreo recorre efectivamente sobre la parte externa de la tubería). En una incorporación, usando los datos importados, un algoritmo calcula la longitud del arco exterior del interior del arco. Este método novedoso compensa los errores acumulados del espesor desconocido de la pared de la tubería y el trayecto de rastreo desconocido en el arco más externo. Combinando los dos errores entre sí, hay un efecto acumulado de cada error que cancela sustancialmente el otro error, lo cual resulta en un cálculo sustancialmente exacto.

[0048] Con referencia a Figura 11, se muestran codos de noventa grados (90°) y cuarenta y cinco grados (45°), en Figuras 11a y 11b, respectivamente. Como se observa en las figuras, tres puntos (**1101**, **1103**, **1105** en Figura 11a y **1106**, **1108**, **1110** en Figura 11b) y un diámetro interno se utilizan para calcular la superficie de una tubería dada **1100**. También mostrado en Figura 11c, el tamaño de la tubería (diámetro) se basa en el diámetro conocido de la superficie interna para representar un diámetro estimado de la superficie exterior, que es un corrimiento horizontal ("**horizontal off-set**") desde la región más alta (o más baja) en el interior de la tubería al exterior de la tubería (como se muestra el corrimiento entre el cable **1120** y el cable **1130**). Por ejemplo, un cálculo del trayecto que toma un cable cuando se aplica a un codo podría determinarse de la información de componentes básicos del codo. La información de los componentes puede incluir un punto central de la cara del codo en el punto en que el codo se conecta a la primera tubería adyacente, un punto en el que la línea central de las dos tuberías adyacentes, que se conectan a ambos lados del codo, se corta, y el punto central de la cara del codo en un punto en que se conecta a la segunda tubería adyacente, y puede usarse el diámetro que es igual al diámetro interior del codo. Preferiblemente el cable físico no se instala en el arco exterior de la tubería, es decir, se encuentra desplazado por seguridad; por consiguiente, Figura 11 representa el efecto de la cancelación del efecto de un diámetro de hueco interno

69

("an inner bore diameter") con la colocación del cable en el exterior.

[0049] Un ejemplo de un rastreo térmico de una té se muestra en Figura 12. Errores detectados en longitudes calculadas que incorporan té, la longitud tradicional de un respiradero es la distancia desde la línea central de la tubería madre a la parte superior del respiradero que incluye una distancia y la cual no está físicamente presente como parte del respiradero. Con una tubería de diámetro interno grande, el respiradero parece ser mucho más largo de lo que efectivamente es. Esto se aplica a todas las té (T), no solo a los respiraderos. En una incorporación, la sustracción del radio de la tubería madre de la longitud de la tubería en té elimina el error atribuible a las té (T).

[0050] Como se observa en Figura 13, los envolventes inducen errores en las longitudes calculadas de la longitud efectiva del cable calefactor de rastreo térmico **1003** debido a la colocación del cable calefactor en la tubería. Cuando el cable calefactor se coloca cerca del fondo de la tubería (en un reloj imaginario entre las cuatro a las cinco o las siete a las), se necesita cable calefactor adicional para alcanzar el exterior de un codo o respiradero de la tubería.

[0051] Ocurre un "envolvente" en codos y té (T), y depende de en qué lado de la tubería se pone el cable. En una incorporación preferida, debido a que en promedio cada codo requerirá un envolvente, el número de codos por una circunferencia dada se usa para producir un estimativo confiable de la longitud. Por ejemplo, multiplicando el número de codos por $3/16$ * (la circunferencia de la tubería), la circunferencia producirá un estimativo confiable de esta longitud para ese diámetro de tubería. El usuario puede elegir invalidar el valor de conteo si se diseña un trayecto inusual de rastreo. Si hay una té en el lado opuesto de la tubería del rastreo, puede calcularse cable adicional de $3/8$ * la circunferencia de la tubería madre (dos tolerancias $3/16$ * la circunferencia para un bucle, o una vez $3/8$ * la circunferencia para un kit de conexiones de tres vías). La presente invención permite la inclusión, si se justifica, de longitud de cable adicional, basándose en la orientación de la té.

[0052] El presente método permite determinar más exactamente la longitud del cable de diseño de rastreo térmico que se localiza a lo largo de una tubería dada. Una ventaja significativa del proceso, y la fabricación de la longitud del cable calefactor basada en el proceso, incluye la producción de longitudes exactas de cable de rastreo térmico, o bien en una planta de producción o bien en el sitio, que se instalan fácilmente, comparada con la dificultad asociada con tener que distribuir e instalar cable de rastreo térmico sobrante de una manera uniforme,

denominada comúnmente "serpenteo". Esta ventaja es particularmente pronunciada en ciclos de producción de cable calefactor que tiene tolerancias de serpenteo relativamente pequeñas, ya que la presente invención reduce la posibilidad de fabricar cables calefactores en longitudes que sean demasiado cortas para una longitud dada de tubería rastreada. Como es evidente en estas ventajas, con la mayor exactitud en las longitudes de cable de rastreo térmico, y la menor ocurrencia de tolerancia de serpenteo, resulta una instalación eficiente de los cables calefactores.

MANEJO DE MATERIAL DE RASTREO TÉRMICO

Estructuras Flexibles de Descomposición del Trabajo

[0053] En muchos casos, para la instalación de rastreo térmico, particularmente en proyectos de gran envergadura, existe una fuerte necesidad de descomponer la adquisición e instalación de materiales en paquetes de trabajo manejables. Esta necesidad de proporcionar paquetes de trabajo manejables es particularmente importante para proyectos que utilizan técnicas de "construcción modular". Las técnicas de construcción modular se usan comúnmente en proyectos en los que la construcción de partes individuales de una planta, u otro tipo de instalación, se realiza en un lugar que está alejado de la ubicación de la instalación. Esto puede hacerse por una o más razones, tales como la existencia de una fuerza de trabajo limitada, condiciones ambientales adversas en el sitio de la instalación, limitaciones de espacio en la instalación, etc. Las construcciones modulares permiten dividir la instalación en módulos discretos que se construyen en un lugar conveniente individual o "patio de módulos" y se embarcan al sitio de la instalación donde se conectan unos con otros. Un problema significativo encontrado en la construcción modular es el embarque de materiales de construcción para cada módulo que se está enviando al patio de módulos correcto. Esto es particularmente problemático para sistemas de rastreo que tienen la dificultad inherente típica cuando un circuito de rastreo térmico puede cubrir múltiples módulos.

[0054] La presente invención incluye un proceso de atender patios de módulos con unidades correctas de cable de rastreo térmico usando una jerarquía que representa la Estructura de Descomposición del Trabajo (WBS) del cliente. La presente invención crea una jerarquía WBS y entrega de cable calefactor, basada en la jerarquía WBS. Preferiblemente la jerarquía WBS incluye "nodos" o elementos WBS. Los nodos WBS pueden incluir múltiples entradas, por ejemplo 800 entradas, simplificando un proceso de órdenes de pedido.

[0055] Preferiblemente la jerarquía WBS incluye múltiples niveles, tales como por ejemplo, cuatro o cinco niveles. En una incorporación, un proyecto de construcción de gran envergadura puede dividirse en un número de áreas, cada una dividida en un número de plantas, las cuales se subdividen en módulos. A medida que se crean circuitos de rastreo térmico, cada segmento en un circuito puede asignarse a un elemento WBS. Esto se hace preferiblemente ingresando datos manualmente, recuperados de una hoja de datos del proceso y poblados automáticamente, y/o recuperados de los archivos de datos del modelo y poblados automáticamente. A medida que se genera una Lista de Materiales (BOM - *Bill of Materials*) para un circuito de rastreo térmico por el software de diseño de rastreo térmico, los materiales se almacenan en el nivel de segmento. Puesto que cada segmento se asocia con un elemento WBS, todos los materiales para un elemento WBS pueden recuperarse fácilmente para crear una requisición de materiales o solicitud de embarque. Asimismo pueden agregarse materiales en cualquier nivel en la jerarquía WBS. Preferiblemente la solución se habilita alojando todos los datos para un proyecto en una sola base de datos y almacenando los materiales en el nivel más granular (sic), tal como por ejemplo, en este nivel de segmento. Como tales, los componentes ahora modulares del sistema se presentan como una jerarquía, que permite el embarque de materiales relativos a cambios en los datos que constituyen la base de los cálculos de rastreo térmico, discutidos a continuación.

[0056] Por ejemplo, con la identificación de una tubería (por tamaño, localización, u otros atributos), la tubería específica se identifica a un módulo dado. Cuando la localización de la tubería se mueve a un segundo módulo (diferente), se crea una BOM revisada para incorporar la tubería al segundo módulo, incluyendo los accesorios para instalar el cable calefactor.

[0057] El manejo de materiales plantea un enorme reto a los proyectos de gran envergadura. Determinar qué material necesita embarcarse de esta manera garantiza que se embarque la cantidad correcta de material, resultando en eficiencias de tiempo y materiales. Además de presentarse para manejo de construcción/materiales, la WBS puede presentarse en una perspectiva contable. Esto permite el manejo del avance del proyecto, y el manejo de materiales y requerimientos de presentación de informes.

Cambio en el Manejo de Datos de Rastreo Térmico

[0058] La presente invención permite igualmente manejar el cambio de datos de rastreo térmico. En la mayoría de los proyectos de rastreo térmico, los

modelos de cliente y los datos del proceso cambian rutinariamente a medida que avanza el proyecto. Como uno de los pasos generalmente últimos en el proceso de construcción, el rastreo térmico de un complejo está bajo la presión de responder a esos cambios tan rápido como sea posible. El reto es detectar eficientemente los cambios del cliente, determinar el impacto de esos cambios sobre los diseños existentes, y monitorear el cambio y su impacto para justificar gastos adicionales del proyecto.

[0059] La presente invención ofrece un proceso para detectar cambios en un proyecto de rastreo térmico, identificando el impacto de estos cambios detectados, monitoreando estos cambios y su impacto, e instalando el cable de rastreo térmico en respuesta a estos cambios.

[0060] La detección de cambios en un proyecto de rastreo térmico se lleva generalmente a cabo usando una metodología de comparación. Normalmente, datos del modelo del proyecto, que son la base del proyecto de rastreo térmico, se proveen en un número de archivos de modelos, tales como en formato IDF o PCF, conteniendo cada archivo de modelo una colección de componentes de tubería. A medida que evoluciona el proyecto de rastreo térmico, estos archivos de modelos se revisan, y pueden agregarse, eliminarse o moverse componentes de tubería entre archivos. Con el fin de detectar precisa y eficientemente archivos revisados, cada componente de tubería importado se inspecciona para determinar duplicación de un componente previamente importado. La duplicación indica que el archivo ha sido revisado. Como tal, este paso de inspección provee una revisión confiable más significativa del proyecto que el método convencional, y propenso a error, de usar los nombres del archivo para indicar revisiones en los archivos.

[0061] Este paso de inspección se sigue preferiblemente por una aceptación o rechazo del archivo que contiene el componente duplicado. Como existe una posibilidad de que un archivo revisado se recibiera por error y esté desactualizado, este paso de aceptación revisa la incorporación apropiada del archivo revisado en el proyecto de rastreo térmico. Por ejemplo, un revisor acepta o rechaza cada archivo duplicado identificado. Por ejemplo, datos del proceso pueden importarse de un programa de documento en Word, tal como un programa Excel®, producido por MicroSoft Corporation de Redmond, Washington, Estados Unidos. Cada línea del proceso, descrita por uno o más archivos de modelos, se representa por una fila en la hoja de datos del proceso. Temperaturas para el diseño del circuito de rastreo térmico y otros datos del proceso se importan de este archivo. Cambios en estos parámetros de diseño se detectan cada vez que se importan la hoja de datos del proceso. Para manejar proyectos de mayor

envergadura, que pueden contener miles de líneas de proceso, líneas de proceso relacionadas pueden agruparse en sistemas de tuberías. Cada sistema de tuberías puede cubrirse entonces por una colección de circuitos durante un proceso de diseño de circuitos.

[0062] Un paso adicional tanto de la importación de datos de proceso como de la importación de datos de modelo es una inspección del impacto de cambios a sistemas existentes de tuberías y circuitos. En una incorporación preferida, se involucran dos listas en desplegar el impacto del cambio: una vista de árbol de Torre de Control y una vista de árbol de Diseñador de Circuito. La vista de árbol de Torre de Control lista nombres de sistemas de tubería en el proyecto y la vista de árbol de Diseñador de Circuitos lista los nombres de los circuitos para un sistema de tuberías dado. A medida que se determinan los impactos, estos nombres se resaltan para guiar al usuario hacia el cambio.

[0063] Los cambio de datos pueden afectar el proyecto en varias maneras. La introducción de archivos de modelos nuevos pueden ser requerimientos adicionales, requerimientos duplicados, o requerimientos en conflicto. Por ejemplo, el sistema de tuberías puede revisarse, pero las revisiones pueden no tener impacto en los circuitos existentes de rastreo térmico. Esto puede categorizarse como el mínimo nivel de impacto. Indica que el sistema de tuberías necesita inspección para determinar si necesitan agregarse o alterarse cables de rastreo térmico dentro del proyecto, como resultado de cambios en el sistema de tuberías. En un ejemplo particular, si se agrega tubería adyacente a un circuito existente de rastreo térmico, el circuito puede necesitar ampliarse para incorporar la nueva tubería. Para guiar al usuario en este cambio, puede resaltarse el nombre del sistema de tuberías, tal como en color amarillo. Este resaltado desaparece cuando el Diseñador de Circuitos se lanza en el sistema de tuberías.

[0064] En otro cambio, los circuitos pueden impactarse por el cambio en los datos del proceso. Cuando se cambian parámetros de diseño de una línea de proceso, tienen que reevaluarse los circuitos que cubren esa línea. Para guiar al usuario en este cambio, puede resaltarse el nombre del sistema de tuberías, tal como en color rojo, y puede resaltarse también el nombre del circuito, tal como en color anaranjado. El resaltado desaparece del nombre del circuito una vez el usuario guarda los cambios al circuito. El resaltado rojo desaparece del nombre del sistema de tuberías una vez se han eliminado todos los resaltados del sus circuitos.

[0065] Adicionalmente, los circuitos pueden impactarse por un cambio en

los datos del modelo. Cuando se cambian los datos del modelo cubierto por un circuito, esto puede considerarse como el máximo nivel de impacto. Cada circuito mantiene un registro completo de todos los componentes de tubería que aquel cubre. Si se cambian componentes de cualquier tipo, el circuito se invalida. La estructura del circuito que contiene todos los datos de segmentos y circuitos ingresados manualmente sigue allí. No obstante, toda la información de la tubería (longitud, tipo, diámetro, disipadores de calor, etc.) se aprueba, se liberan los componentes de tubería asociados. Para indicar que esto ha ocurrido, pueden resaltarse tanto el nombre del circuito como el nombre del sistema de tuberías, tal como en color rojo. Este resaltado desaparece del nombre del circuito una vez el usuario guarda los cambios al circuito. El resaltado desaparece del nombre del sistema de tuberías una vez se han eliminado todos los resaltados de sus circuitos.

[0066] Un paso adicional preferido del proceso es monitorear el cambio con el fin de proporcionar la información en copia de seguridad requerida por el equipo de manejo del proyecto. La confiabilidad en un sistema de monitoreo reduce los retos a un sistema de rastreo térmico instalado. Además, registros generados automáticamente reducen el esfuerzo requerido para cambios actuales en instalar el cable calefactor. Dos aspectos claves para monitorear el cambio son el registro de los datos históricos del proyecto y el diario de cambios, que pueden resumirse para la presentación de informes de manejo del proyecto.

[0067] El registro de los datos históricos del proyecto incluye un registro de cada archivo de datos del modelo, y sus componentes se almacenan en la base de datos cada vez que se importan. Éste se almacena junto con el registro de la sesión de importación, que mantiene el nombre del usuario y la fecha/hora de la importación. A medida que se revisan y actualizan los datos del modelo, los registros que se están reemplazando reciben una fecha final pero no se eliminan de la base de datos. Los registros sin una fecha final representan el estado actual del proyecto. Este modelo de almacenamiento temporal se usa asimismo para mantener un registro de todos los circuitos diseñados, bien si son activos o bien si se han sustituido. Juntos, estos registros históricos contienen suficiente información para recrear el estado de cualquier circuito que se haya emitido del sistema. Contienen igualmente los datos requeridos para informar el alcance de un proyecto, incluyendo la cantidad total de tubería y componentes, para cualquier punto en el historial.

[0068] Puede usarse un diario de cambios, o registro resumen. A medida que se determinan los impactos al circuito de rastreo térmico, se inserta un

registro resumen en un diario de cambios para el proyecto. Aparte de la fuente del cambio y el impacto, este registro incluye también otra información útil, tal como el nombre del usuario que importó los datos, la fecha/hora, etc. Para correlacionar los cambios con los esfuerzos subsiguientes de rediseño, pueden insertarse igualmente registros resumen en el diario de cambios cada vez que se revisa un circuito.

[0069] Respondiendo efectivamente de los cambios en los datos proporcionados del proyecto, la instalación del cable calefactor se lleva a cabo en una manera relativamente libre de error.

[0070] Por ejemplo, la entrada de un cambio de temperatura para una tubería puede incluirse en un requerimiento revisado o un requerimiento de volumen del cambio. Este cambio se analiza para detectar el impacto sobre el sistema de rastreo térmico de la tubería haciendo que el sistema de rastreo térmico se rediseñe, generalmente como parte de todo el sistema de rastreo térmico.

Despliegue Avanzado de Datos de Circuitos para Rastreo Térmico

[0071] Adicionalmente, la presente invención proporciona un análisis exhaustivo, o aseguramiento de calidad, de la instalación del cable de rastreo térmico en un proyecto dado. En contraste con la tremenda cantidad de esfuerzo manual que se requiere normalmente para instalar longitudes correctas de cable calefactor, y la revisión de que tal cable calefactor se fabricó e instaló correctamente, la presente invención produce longitudes correctas de cable calefactor para un ambiente dado de instalación, que responda por los cambios dentro de un proyecto en marcha. La presente invención garantiza que todo el rastreo térmico, que es parte del alcance del proyecto, se haya realizado a cabalidad. Esto se aplica particularmente para gerentes de proyectos que monitorean ya sea partes o ya sea todo el ámbito del proyecto de rastreo térmico, en relación con la medida de lo que se diseñó, adquirió, instaló y se contrató.

[0072] Tradicionalmente, la validación de todos los circuitos calefactores con respecto a los criterios especificados de diseño ha sido extremadamente intensiva en tiempo. La validación incluye determinar si los datos usados para diseñar y manejar el sistema de rastreo térmico son correctos. En ciertos ambientes la correcta clasificación del área tiene que seguirse para cada región de una planta. Por ejemplo, si gases explosivos pueden estar presentes en una región, entonces tienen que observarse reglas cuidadosas de diseño para

garantizar que los gases no estallen debido a las elevadas temperaturas de la funda del calentador. Además, en una instalación pueden colocarse numerosos paneles de distribución de energía. Como circuitos de rastreo térmico están asignados a paneles, es difícil determinar la asignación óptima de paneles para circuitos calefactores seleccionados y cuáles circuitos de rastreo térmico deben moverse cuando un panel está lleno. La presente invención permite la óptima instalación de un cable de rastreo térmico en un complejo para responder por estos y otros criterios.

[0073] El diseño e instalación de cable de rastreo térmico se basa en el uso de software para proporcionar un modelo 3D en color de la planta para mostrar la información deseada de circuitos [que] se emplea. Esta herramienta ofrece una ventana que despliega el modelo 3D de la planta. Preferiblemente, permitiendo la capacidad de tomar una vista panorámica del modelo, ampliar su tamaño y girarlo. Con esta funcionalidad, un usuario puede "caminar" virtualmente por la planta e inspeccionar cualquier sección de tubería desde cualquier ángulo. La herramienta de software puede extraer también atributos que representan el proyecto físico. Los circuitos que constituyen del plan de diseño contienen muchos atributos que son de gran interés a varios usuarios. Muchos de estos atributos pueden asignarse solamente a uno de una lista de discreta de valores. Por ejemplo, a un atributo de avance del diseño de circuitos puede asignarse un valor de Diseño en Desarrollo, Expedido para Aprobación, y Expedido para Construcción. Cada uno de estos valores se asocia preferiblemente con un color único en una manera para crear un esquema de colores para ese atributo. A medida que se diseñan circuitos de rastreo térmico en el sistema, los circuitos se relacionan con los componentes de tubería específicos que ellos cubren. Esta relación permite colorear los segmentos individuales de tubería, en el modelo 3D de la planta, de acuerdo con un esquema de colores seleccionado. Esto le permite al usuario ver el estado de todos los circuitos de un vistazo y moverse alrededor en el modelo 3D para inspeccionar todas las áreas de interés. En una incorporación preferida, sólo un esquema de colores está activo a la vez. Algunos esquemas de colores pueden representar muchos estados diferentes. En este caso, se hace difícil distinguir los diferentes colores en el modelo. Para ayudar con esto, el usuario puede seleccionar un estado del esquema de colores, y todos los demás estados se pondrán en gris oscuro, desagrupando así la imagen para resaltar el estado seleccionado. Esquemas de colores pueden usarse para indicar funcionalidad, propósito, tipo y otros atributos de partes del sistema de rastreo térmico, sistema de tuberías, etc.

[0074] Preferiblemente, dentro de esta herramienta, se utilizan tres clases

de datos para crea estos esquemas de colores. La primera clase, Atributos del Desarrollo de Circuitos, es una clase de atributo introducido más arriba. Estos atributos les permiten a los gerentes del proyecto monitorear el avance de un proyecto y detectar áreas de interés. La información del estado puede incluir todas las fases de un proyecto; diseño, adquisición, construcción y contratación. Cada una de estas fases tiene un esquema de colores propio, y hay un esquema de colores general que muestra en que está cada circuito. Estos esquemas de colores pueden mostrar asimismo alguna información del modelo mismo. Por ejemplo, un atributo en el modelo puede indicar si una sección particular de tubería requiere rastreo. Pueden reservarse dos colores para mostrar el estado de ese atributo. Por consiguiente, el esquema de colores Desarrollo del Diseño de Circuitos muestra preferiblemente un color único para los estados de (1) no requiere rastreo; (2) requiere rastreo pero no se inició; (3) diseño en desarrollo; (4) expedido para aprobación; (5) expedido para construcción.

[0075] Una segunda clase de datos incluye Atributos del Segmento de Circuito. Un circuito puede componerse de muchos segmentos, y cada segmento se relaciona con los componentes de tubería que cubre. Normalmente se crea un nuevo cada vez que cambian las características de pérdida de calor de la tubería o en puntos de decisión, v.g., té. Estos atributos incluyen, por ejemplo, sin limitación, clasificación del área, localización (bajo techo, exterior, etc.), y el elemento de la estructura de descomposición del trabajo (WBS). Estos atributos incluyen parámetros de entrada al software de diseño de rastreo térmico. Los esquemas de colores para estos atributos proporcionan una potente capacidad de aseguramiento de calidad. De un vistazo, todos los circuitos en un proyecto pueden validarse para garantizar que el parámetro de entrada correcto se seleccionó por el diseñador. Considerando el ejemplo, donde el esquema de colores despliega la Clasificación del Área que se escogió para el segmento. Si todas las tuberías en un área riesgosa son verdes, excepto una que es magenta, entonces será directamente obvio que se cometió un error de diseño y que puede corregirse inmediatamente. Análogamente, puede configurarse un esquema de colores para reflejar la estructura de descomposición del trabajo (WBS).

Un módulo particular puede mostrarse como amarillo, de modo que si una tubería azul está presente en el área, entonces él indica que se seleccionó un elemento WBS incorrecto para ese segmento. Esto le permite al gerente de adquisiciones validar que todos los materiales llegarán a la localización correcta antes de colocar la orden de pedido.

[0076] Una tercera clase de datos incluye Atributos de Diseño de Circuitos.

Desde un aspecto técnico, estos atributos son muy similares a los Atributos de Desarrollo de Circuitos. Estos atributos ayudan en el proceso de diseño y proporcionan datos resumen útiles del proyecto y aseguramiento de calidad. Estos atributos incluyen, por ejemplo sin limitación, distribución de energía, eléctrica, tipo de calentador, temperatura y método de control. Principalmente éstos incluyen parámetros de entrada al proceso de diseño. Por ejemplo, se asocia un color con cada Panel de Energía, y a todos los circuitos conectados a ese panel se les da ese color. Seleccionando un panel en el esquema de colores, todos los demás circuitos se configuran a gris oscuro. Esto muestra rápidamente circuitos alejados que deben conectarse a un panel diferente para optimización del diseño.

[0077] La presente invención garantiza que se concluya el volumen del trabajo de rastreo térmico para un proyecto dado, o que todos los diseños se ciñeran a las especificaciones establecidas. La verificación de clasificación de áreas ofrece una herramienta significativa del proceso de calidad lo cual, junto con el fácil acceso a los datos del desarrollo y optimización del diseño de distribución de energía, aumenta la eficiencia de instalar el rastreo térmico.

[0078] La anterior descripción de la invención es ejemplar y no pretende ser limitante. Aunque las anteriores incorporaciones se han descrito con algún detalle con fines de claridad de la comprensión, la invención no se limita a los detalles suministrados. Hay muchas formas alternativas de implementar la invención. Las incorporaciones divulgadas son ilustrativas y no restrictivas.

LO QUE SE REIVINDICA ES:

1. Un método para instalar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico para por lo menos una porción de un sistema de tuberías, que comprende los pasos de:

recibir datos tridimensionales del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen localizaciones de tubería dentro del sistema de tuberías;

extraer automáticamente datos asociados con uno o más componentes del sistema de tuberías, incluidos en los datos recibidos del sistema de tuberías;

determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para la porción del componente del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos; y,

instalar uno o más de los componentes determinados del sistema de rastreo térmico junto con por lo menos una porción del sistema de tuberías.

2. El método de la reivindicación 1, en donde el uno o más componentes del sistema de rastreo térmico es un cable calefactor específico, y que comprende además el paso de rastrear una ruta a lo largo de la porción del sistema de tuberías con el cable calefactor, en donde el paso de instalar por lo menos una porción del sistema de rastreo térmico, determinado a lo largo de por lo menos una porción del sistema de tuberías, incluye instalar el cable calefactor específico determinado a lo largo de la ruta de rastreo determinada en la porción del sistema de tuberías.

3. El método de la reivindicación 1, en donde el paso de determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico incluye determinar una longitud de cable calefactor.

4. El método de la reivindicación 3, en donde el paso de determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico incluye un cálculo de no línea central de por lo menos un codo, té, o envolvente (*reach around*), o combinación de los mismos.

5. El método de la reivindicación 1, que comprende además el paso de crear una jerarquía de la estructura de descomposición del trabajo y entregar los unos o más componentes del sistema de rastreo térmico determinados, basándose en la jerarquía.

6. El método de la reivindicación 1, que comprende además el paso de recibir

datos tridimensionales adicionales del sistema de tuberías, subsiguiente a recibir los datos tridimensionales del sistema de tuberías, en donde el paso de determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para la porción del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos, incluye los pasos de detectar cambios de los datos tridimensionales originalmente recibidos del sistema de tuberías a partir de los datos tridimensionales adicionales del sistema de tuberías, identificando el impacto de los cambios detectados, y monitorear los cambios detectados y el impacto identificado, en donde el paso de instalar incluye el sistema de rastreo térmico determinado, basándose en los cambios detectados.

7. El método de la reivindicación 6, que comprende además el paso de inspeccionar archivos duplicados.
8. El método de la reivindicación 6, en donde los datos tridimensionales adicionales recibidos del sistema de tuberías incluyen cambios de los datos del proceso.
9. El método de la reivindicación 6, en donde los datos tridimensionales adicionales recibidos del sistema de tuberías incluyen cambios de los datos del modelo.
10. El método de la reivindicación 6, en donde las diferencias entre los datos originales del sistema de tuberías y los datos adicionales del sistema de tuberías se indican dentro de una o más representaciones.
11. El método de la reivindicación 1, que comprende además el paso de validar los criterios de diseño de los datos tridimensionales recibidos del sistema de tuberías.
12. El método de la reivindicación 1, en donde múltiples componentes del sistema de rastreo térmico se determinan y almacenan en una base de datos común.
13. El método de la reivindicación 1, en donde los pasos de recibir datos tridimensionales del sistema de tuberías, extraer datos y determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico se llevan a cabo por un módulo de especificación del circuito de rastreo térmico, un módulo de diseño y un módulo de dibujo.
14. El método de la reivindicación 1, en donde el paso de extraer datos incluye condiciones límite y parámetros asociados de diseño, propiedades e información

de configuración.

15. El método de la reivindicación 13, en donde el paso de determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico incluye el diseño simultáneo y la generación de dibujos.

16. El método de la reivindicación 15, en donde el diseño simultáneo y la generación de dibujos se basan en un objeto específico único de tubería y datos de diseño.

17. El método de la reivindicación 1, que comprende además el paso de mantener un modelo de almacenamiento temporal como un registro de circuitos de diseño sustituidos y circuitos de diseño actuales.

18. El método de la reivindicación 1, en donde los componentes modelados del sistema de rastreo se usan para monitorear la instalación de los componentes físicos.

19. El método de la reivindicación 1, en donde el paso de determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico incluye una representación en colores de atributos específicos del sistema de rastreo térmico.

20. El método de la reivindicación 1, que comprende además el paso de conducir una verificación de la clasificación de áreas del sistema de rastreo térmico instalado.

21. Un método para fabricar un cable de rastreo térmico, que comprende los pasos de:

recibir datos tridimensionales del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen localizaciones de tubería dentro del sistema de tuberías;

extraer automáticamente los datos asociados con uno o más componentes del sistema de tuberías, incluidos en los datos recibidos del sistema de tuberías;

determinar la longitud de un cable de rastreo térmico para la porción de los componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos; y,

fabricar el cable de rastreo térmico a la longitud determinada.

22. El método de la reivindicación 21, en donde el cable de rastreo térmico es un cable aislado con un mineral.

23. El método de la reivindicación 21, en donde el cable de rastreo térmico es

un cable aislado con un polímero.

24. El método de la reivindicación 21, en donde la longitud determinada del cable de rastreo térmico tiene una magnitud de error de menos de alrededor de 5% sobre la longitud efectiva requerida para la instalación.

25. Un método para determinar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico para por lo menos una porción de un sistema de tuberías, que comprende los pasos de:

recibir datos del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen datos asociados con componentes del sistema de tuberías;

recibir una selección de un componente del sistema de tuberías;

extraer automáticamente datos asociados con un conjunto de uno o más componentes del sistema de tuberías, incluyendo el componente del sistema de tuberías seleccionado, a partir de los datos recibidos del sistema de tuberías; y,

determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para el conjunto de componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos.

26. El método de la reivindicación 25, que comprende además el paso de generar una lista de materiales.

27. El método de la reivindicación 25, que comprende además identificar condiciones límite más próximas a ambos lados del componente del sistema de tuberías seleccionado.

28. El método de la reivindicación 27, en donde las condiciones límite comprenden uno o más de un cambio del diámetro interno de la tubería, un cambio de material de la tubería, un cambio de aislamiento, un final de una tubería, un componente del sistema de tuberías ya rastreada, una penetración de pared, una penetración de piso, una té, un cambio en un elemento de la estructura de descomposición del trabajo, un cambio en el indicador de rastreo, un inicio de un archivo de modelo nuevo o diferente, y un inicio de una designación de una línea nueva o diferente.

29. El método de la reivindicación 27, en donde el conjunto de componentes del sistema de tuberías comprende componentes contiguos del sistema de tuberías a ambos lados del componente del sistema de tuberías seleccionado y entre las condiciones límite más próximas.

30. El método de la reivindicación 25, en donde el sistema de rastreo térmico

del sistema de tuberías incluye uno o más circuitos de rastreo térmico.

31. El método de la reivindicación 30, en donde cada circuito de rastreo térmico se especifica por uno o más segmentos de tubería y en donde cada segmento de tubería comprende un tanque, el cual, cuando se puebla, incluye datos asociados con uno o más componentes contiguos del sistema de tuberías que comparten una o más propiedades de pérdida de calor y/o criterios de selección del calentador.

32. El método de la reivindicación 31, en donde un enrutamiento de un circuito de rastreo térmico se basa por lo menos en parte en un arreglo jerárquico de uno o más segmentos de tubería asociados.

33. El método de la reivindicación 25, que comprende además poblar un segmento de tubería, asociado con un circuito de rastreo térmico, con los datos extraídos automáticamente.

34. El método de la reivindicación 25, en donde determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para el conjunto de componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos, comprende realizar cálculos de pérdida de calor.

35. El método de la reivindicación 25, en donde los datos extraídos automáticamente se emplean, por lo menos en parte, en efectuar cálculos de pérdida de calor.

36. El método de la reivindicación 25, que comprende además generar un modelo de rastreo térmico, basándose por lo menos en parte en uno o más de los datos recibidos del sistema de tuberías, los datos extraídos automáticamente, los datos de diseño de rastreo térmico, incluyendo los componentes determinados del sistema de rastreo térmico, y la información de configuración.

37. El método de la reivindicación 25, en donde un mismo conjunto de uno o más de los datos recibidos del sistema de tuberías, la información de configuración, los datos extraídos automáticamente y los datos de diseño de rastreo térmico, incluyendo los componentes determinados del sistema de rastreo térmico, se emplean para determinar los componentes del sistema de rastreo térmico, generar un dibujo de rastreo térmico, y poblar el dibujo de rastreo térmico con información límite.

38. El método de la reivindicación 25, en donde componentes del sistema de tuberías comprenden uno o más de una tubería, una brida, una válvula, un soporte y un instrumento.

39. El método de la reivindicación 25, en donde los componentes del sistema de rastreo térmico comprenden uno o más de un cable calefactor, una caja de conexiones de potencia, una caja de empalmes, una caja de té, un sellamiento final, un dispositivo de unión, un termostato, y un controlador.

40. El método de la reivindicación 25, en donde recibir una selección de un componente del sistema de tuberías comprende recibir una selección de la localización de un sistema de tuberías.

41. Un sistema para determinar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico para por lo menos una porción de un sistema de tuberías, que comprende:

un procesador configurado para:

recibir datos del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen datos asociados con componentes del sistema de tuberías;

recibir una selección de un componente del sistema de tuberías;

extraer automáticamente datos asociados con un conjunto de uno o más componentes del sistema de tuberías, incluyendo el componente del sistema de tuberías seleccionado a partir de los datos recibidos del sistema de tuberías; y

determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para el conjunto de componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos; y

una memoria acoplada al procesador y configurada para impartir instrucciones al procesador.

42. Un producto de programa de computador para determinar por lo menos una porción de un sistema de rastreo térmico para por lo menos una porción de un sistema de tuberías, incorporándose el producto de programa de computador en un medio de lectura por computador y que comprende instrucciones de computador para:

recibir datos del sistema de tuberías, en donde los datos del sistema de tuberías incluyen datos asociados con componentes del sistema de tuberías;

recibir una selección de un componente del sistema de tuberías;

extraer automáticamente datos asociados con un conjunto de uno o más componentes del sistema de tuberías incluyendo el componente del sistema de tuberías seleccionado a partir de los datos recibidos del sistema de tuberías; y

determinar uno o más componentes del sistema de rastreo térmico para el

conjunto de componentes del sistema de tuberías, basándose por lo menos en parte en los datos extraídos.

43. El producto de programa de computador de la reivindicación 42, en donde el producto de programa de computador comprende además instrucciones de computador para identificar las condiciones límite más próximas a ambos lados del componente del sistema de tuberías seleccionado.

44. El producto de programa de computador de la reivindicación 42, en donde el conjunto de componentes del sistema de tuberías comprende componentes contiguos del sistema de tuberías a ambos lados del componente del sistema de tuberías seleccionado y entre las condiciones límites más próximas.

45. El producto de programa de computador de la reivindicación 42, en donde componentes del sistema de tuberías incluidos en el conjunto comparten una o más propiedades de pérdida de calor y/o criterios de selección del calentador.

46. El producto de programa de computador de la reivindicación 42, en donde un mismo conjunto de uno o más de los datos recibidos del sistema de tuberías, información de configuración, los datos extraídos automáticamente y los datos de diseño de rastreo térmico, incluyendo los componentes determinados del sistema de rastreo térmico, se emplean para determinar los componentes del sistema de rastreo térmico, generar un dibujo de rastreo térmico y poblar el dibujo de rastreo térmico con información límite.

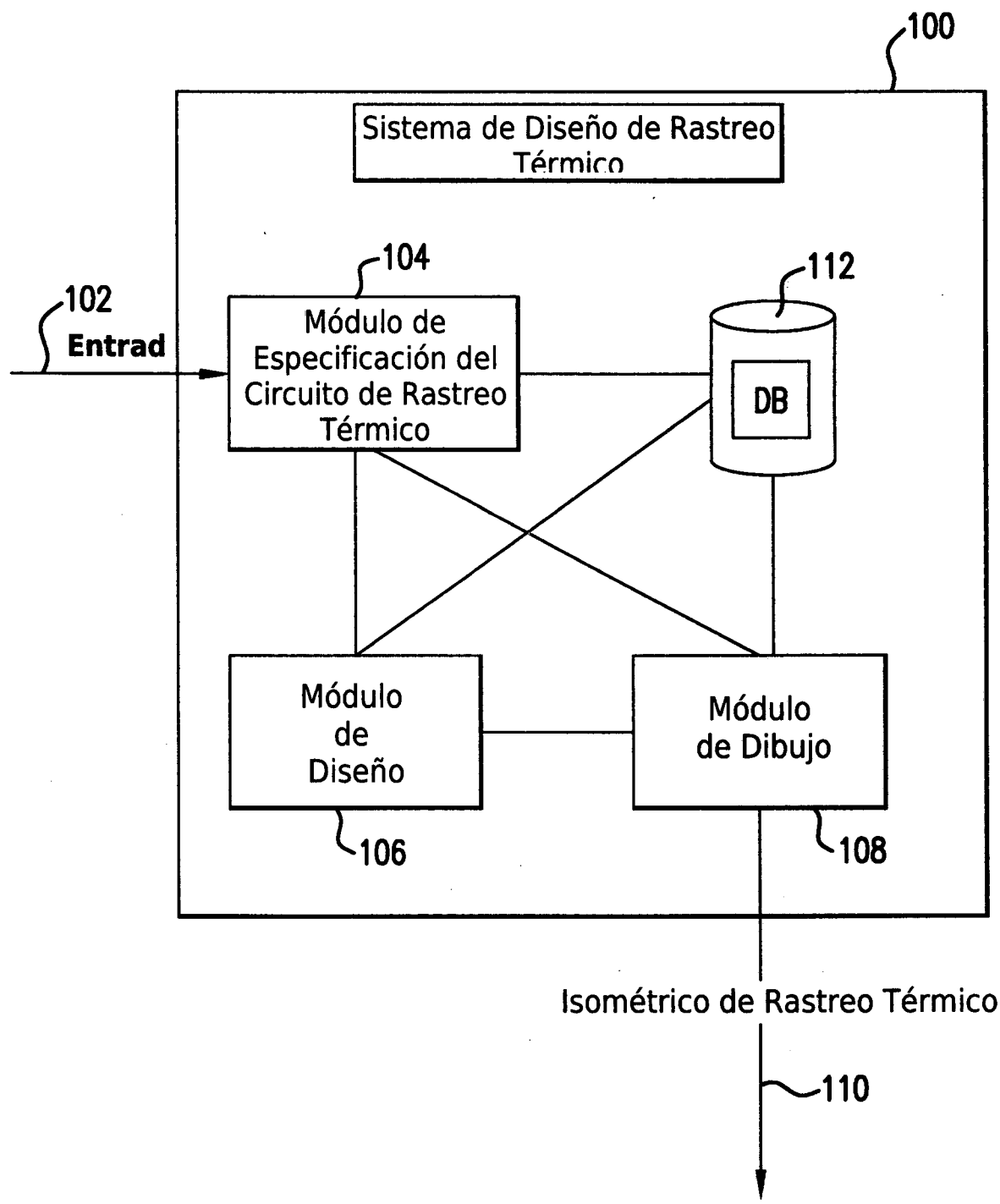


FIG.1

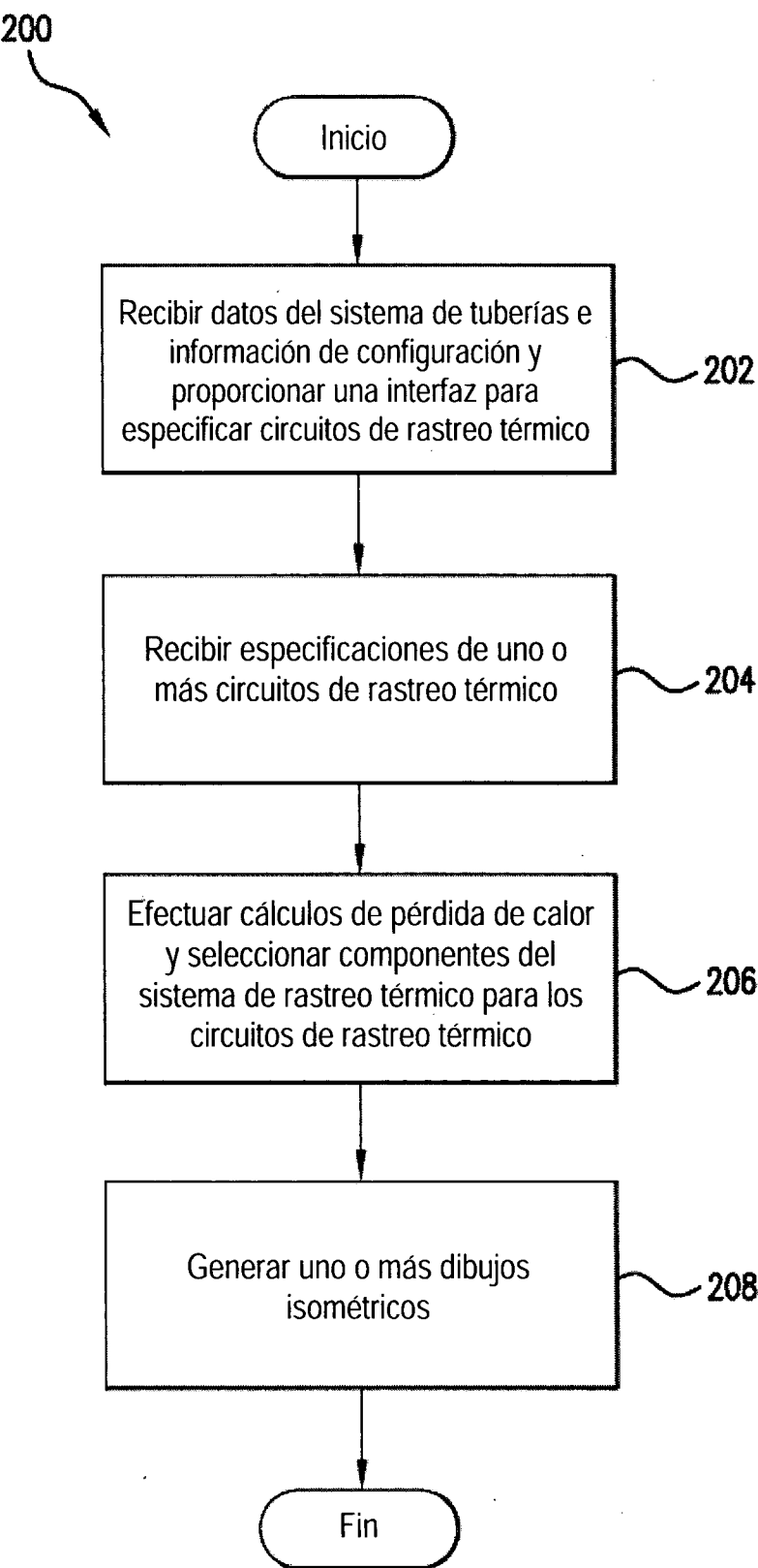


FIG.2

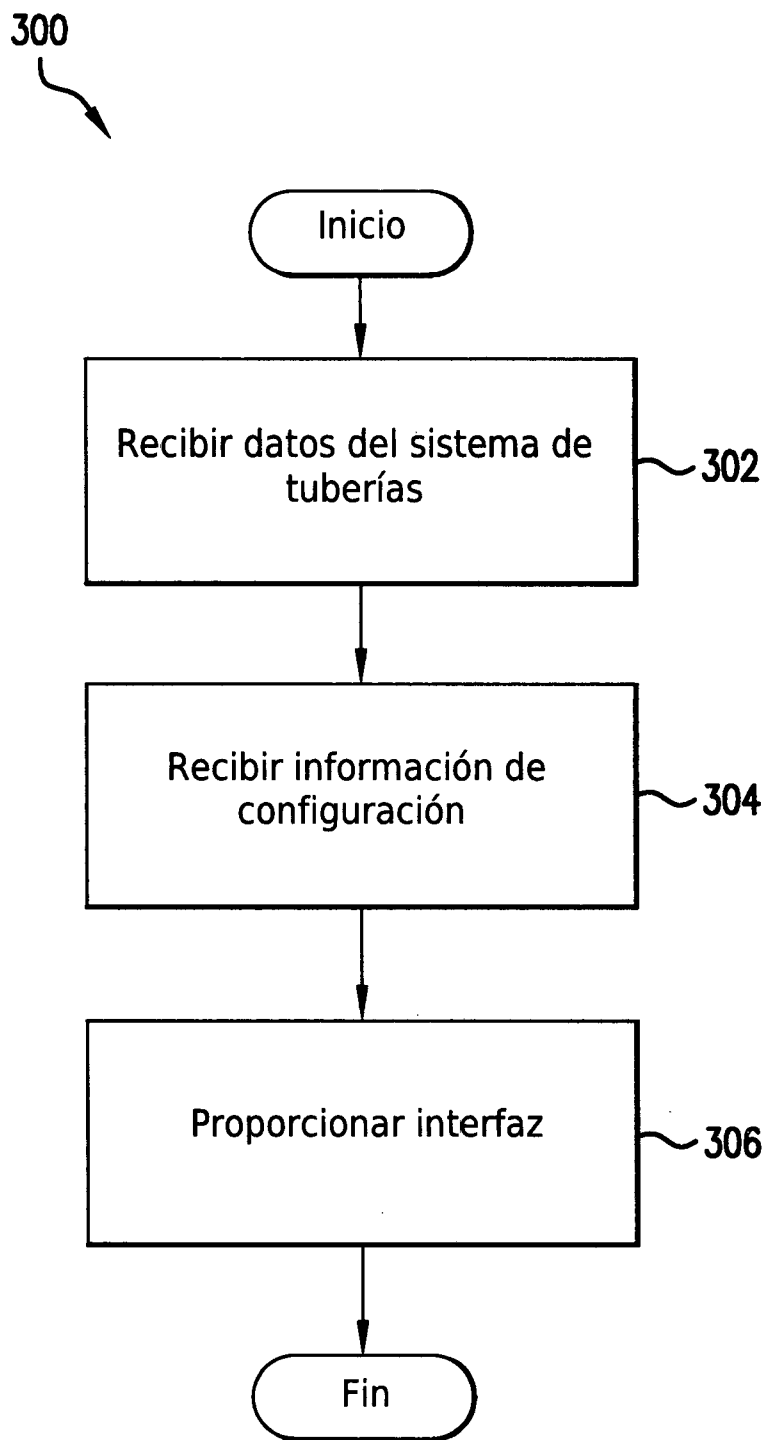
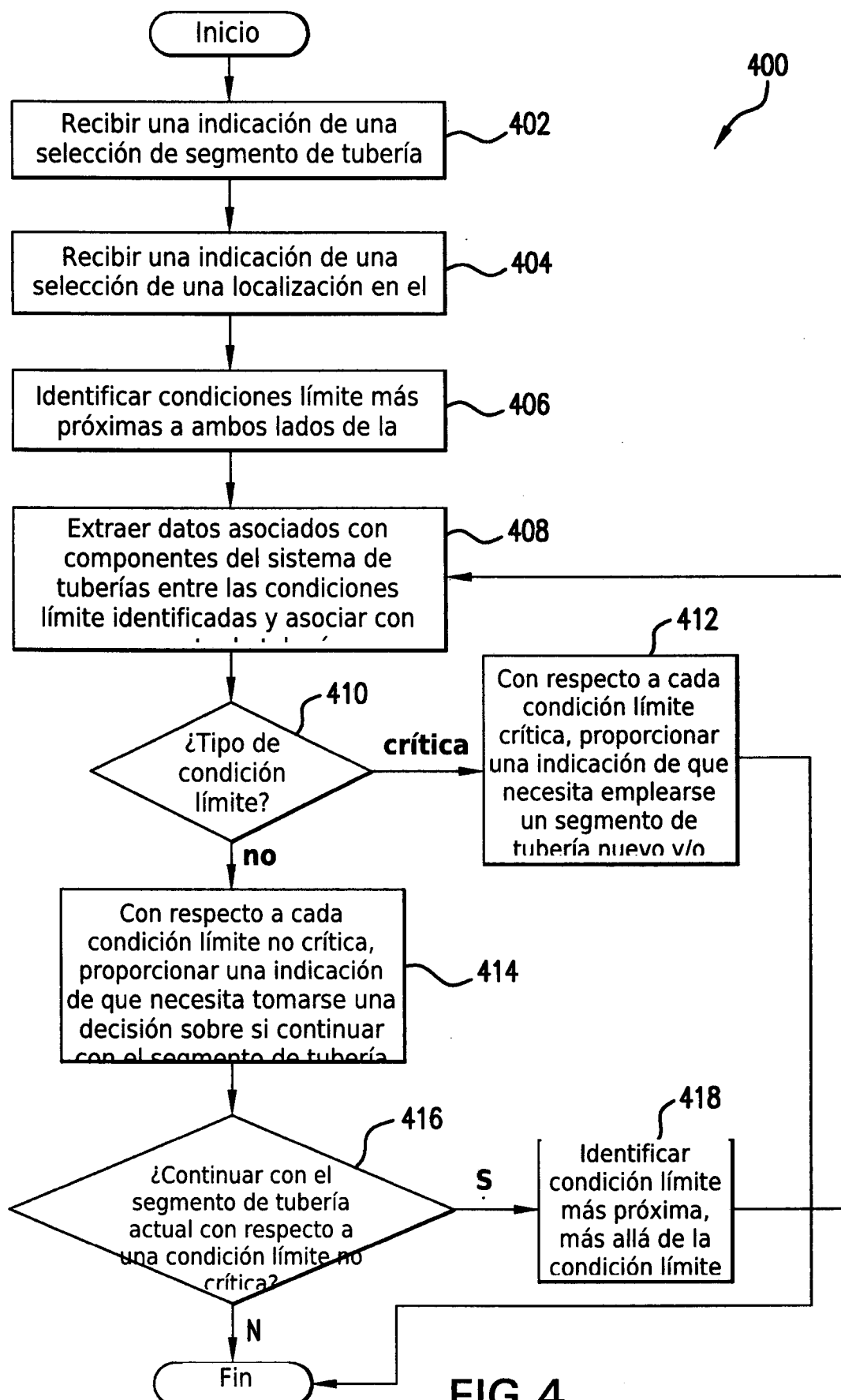


FIG.3



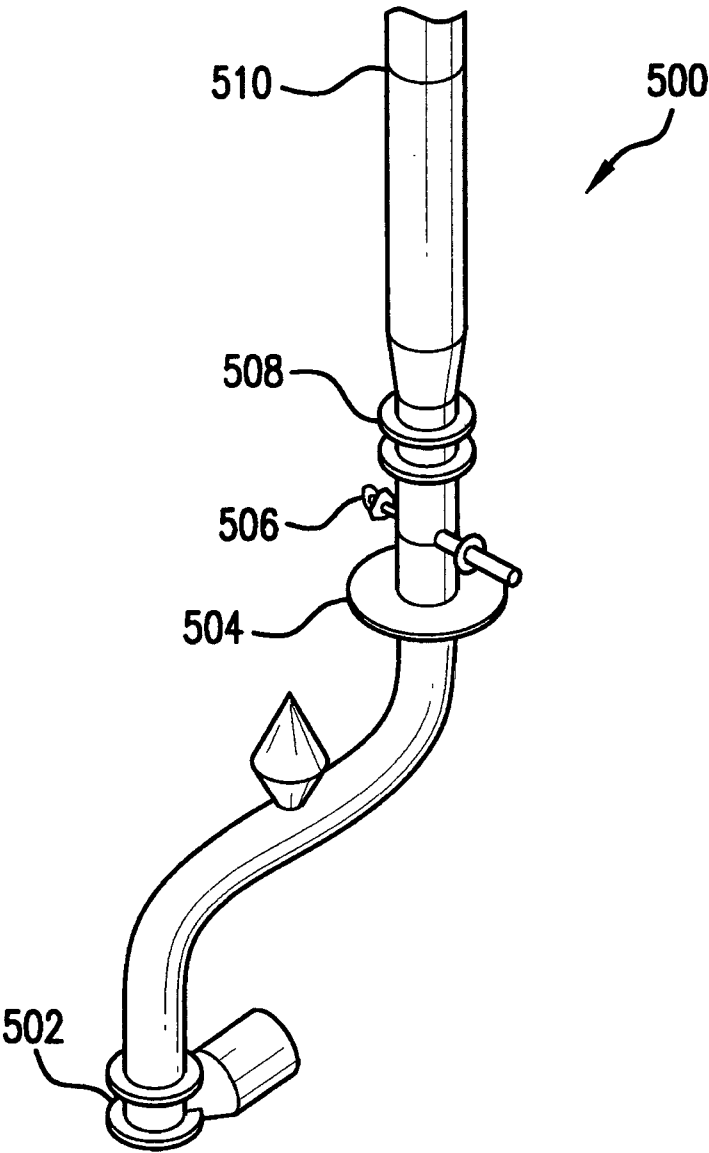


FIG. 5

a1

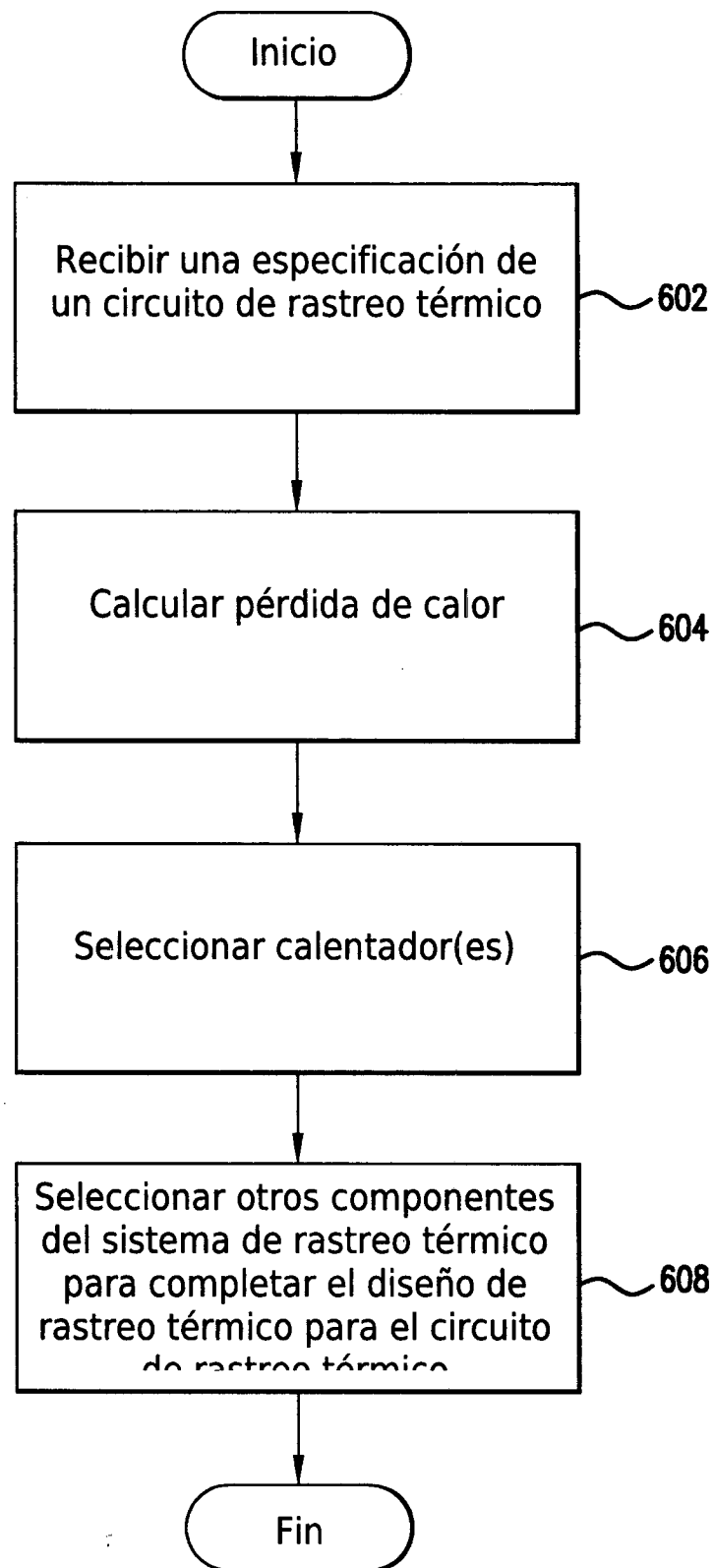


FIG.6

700

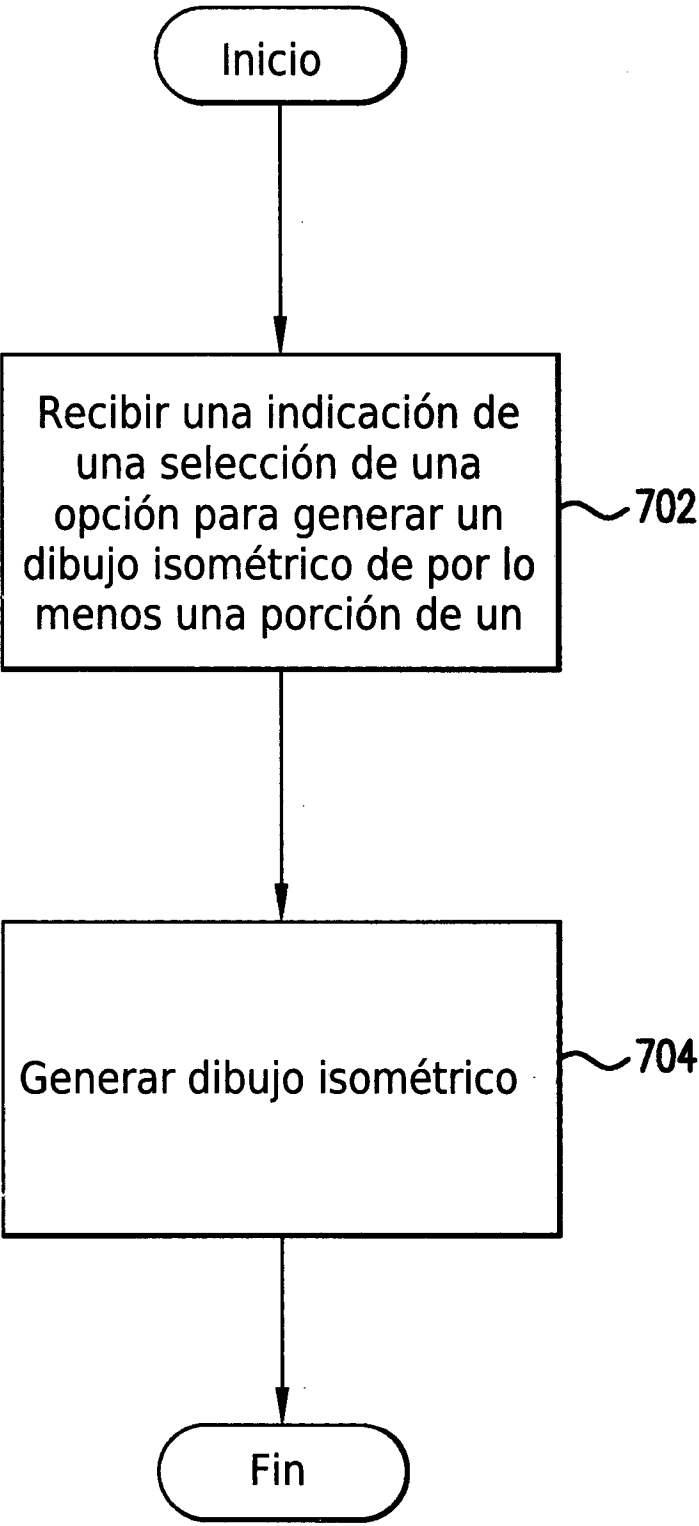


FIG 7

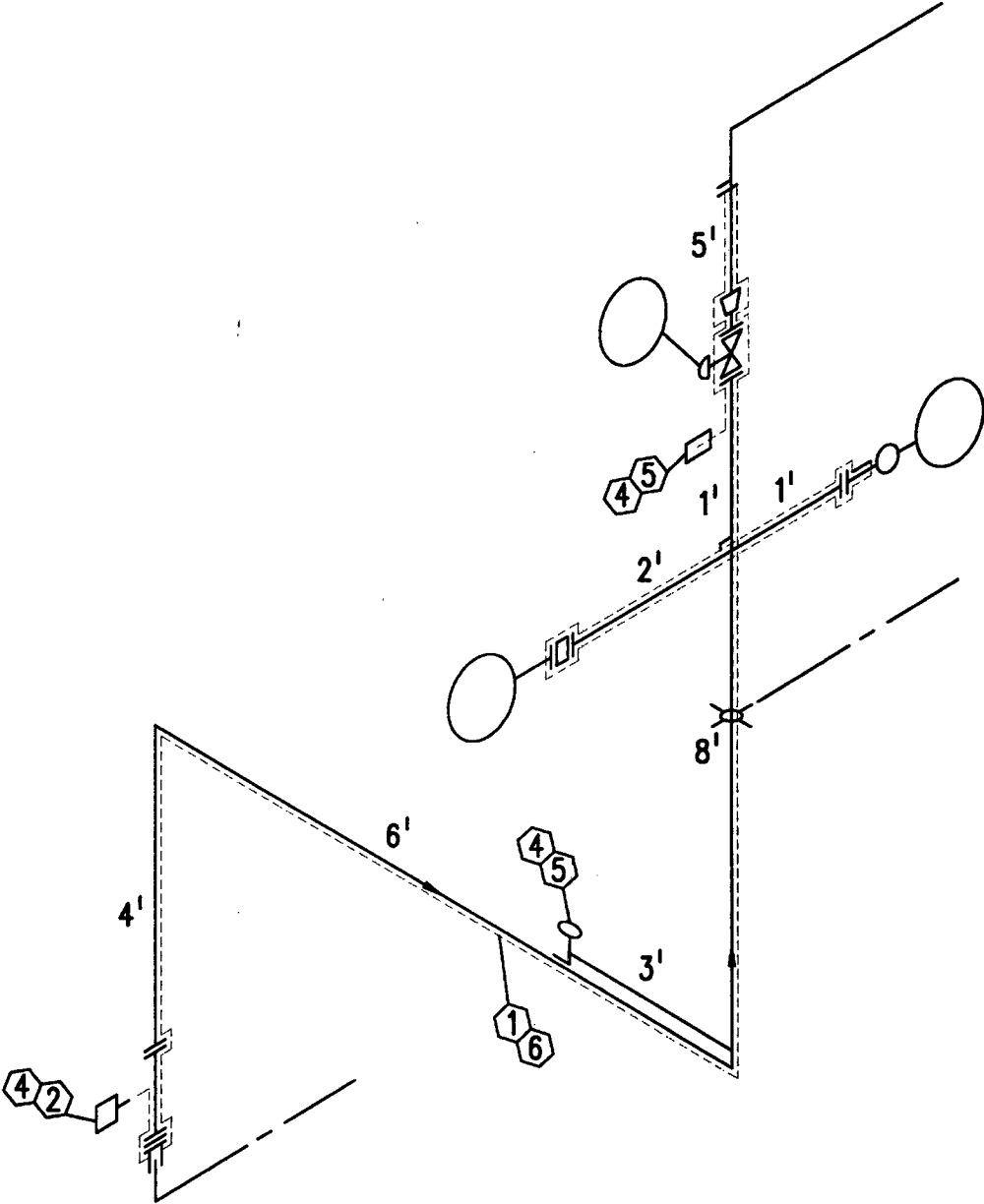


FIG. 8

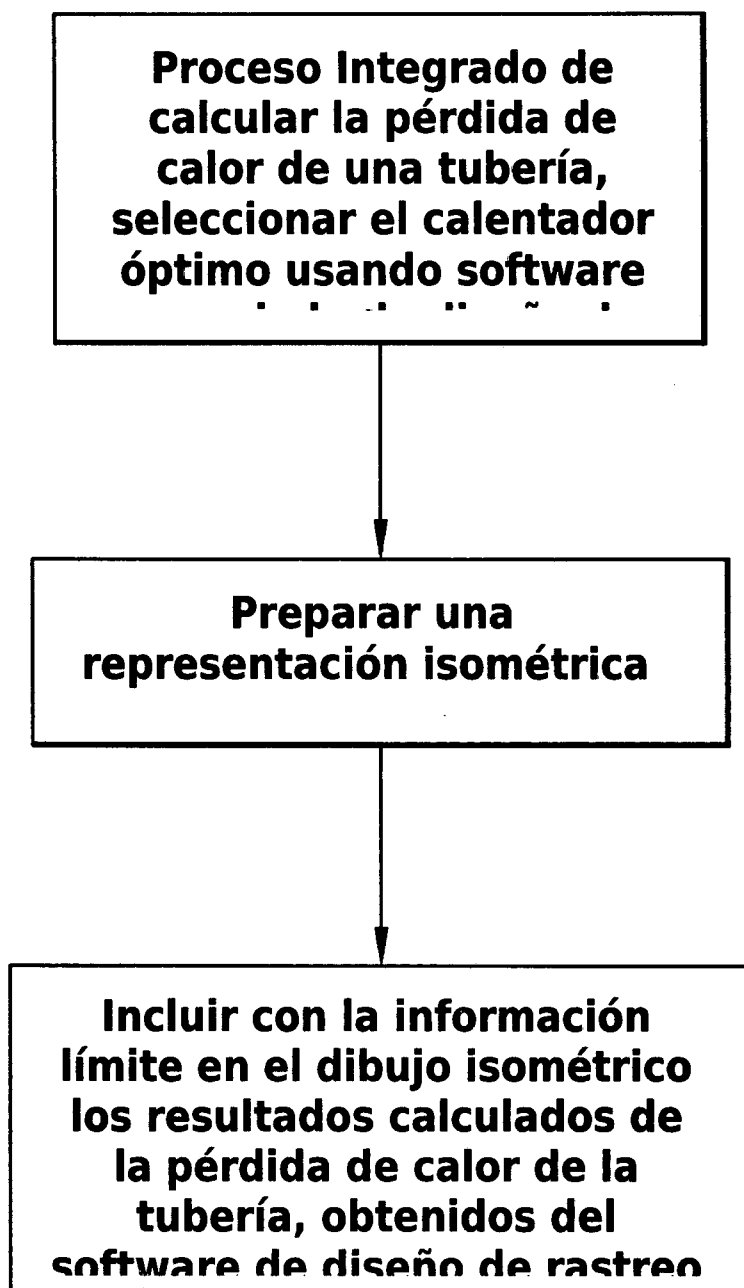


FIG.9

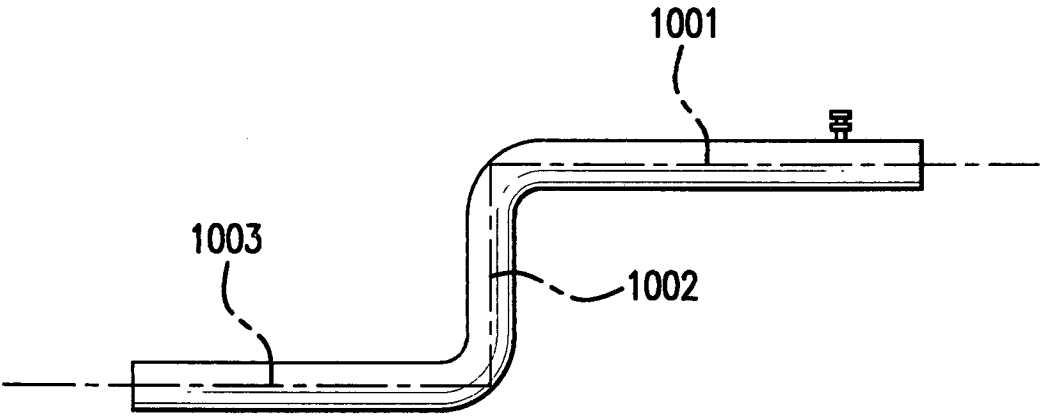


FIG. 10a

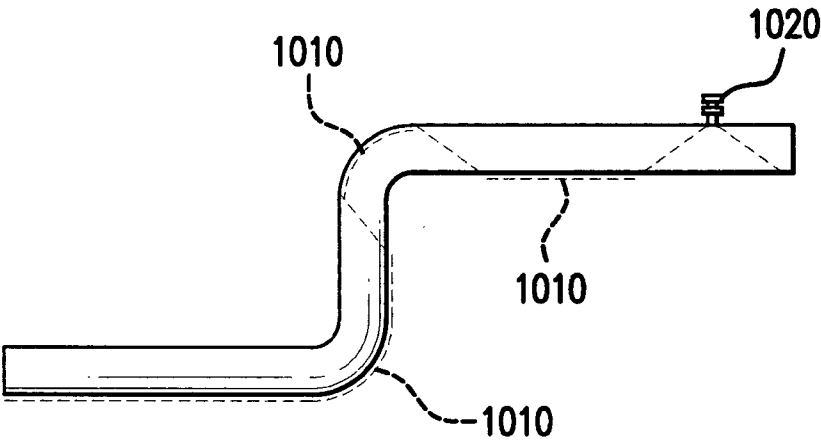


FIG. 10b

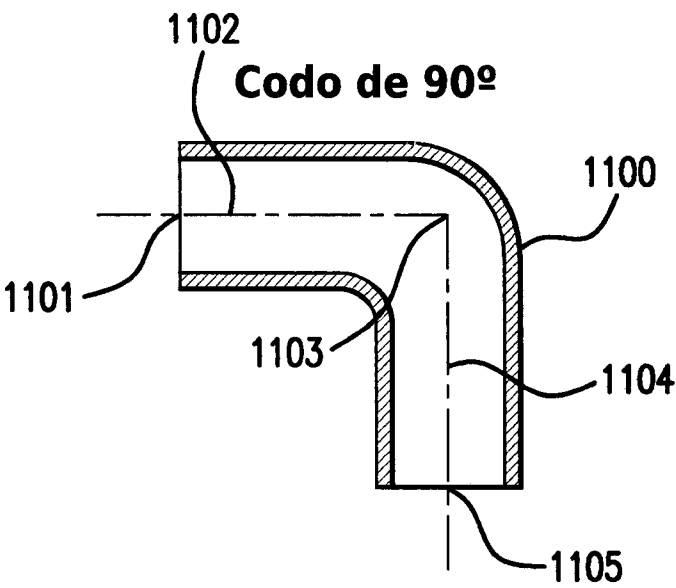


FIG.11a

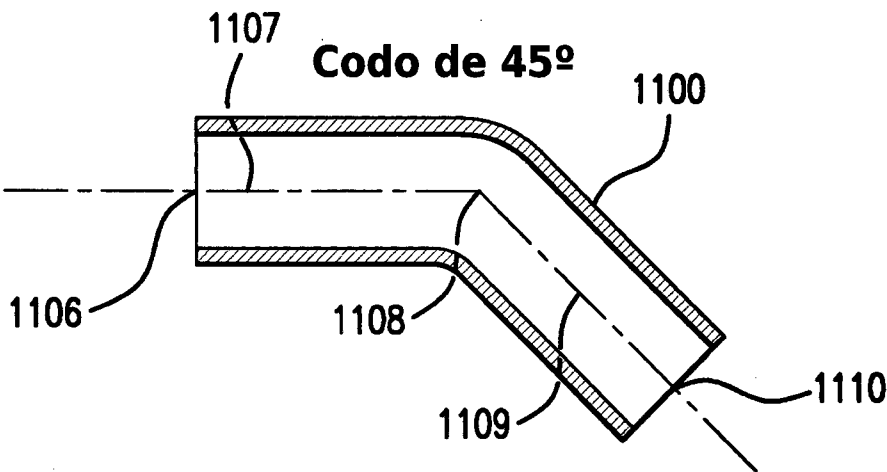


FIG.11b

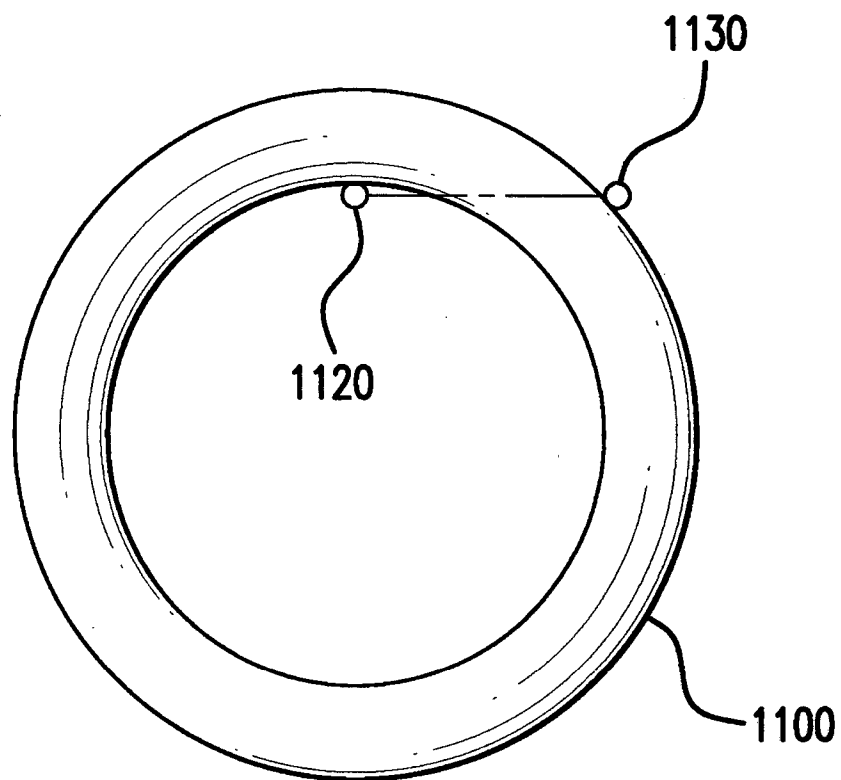


FIG. 11c

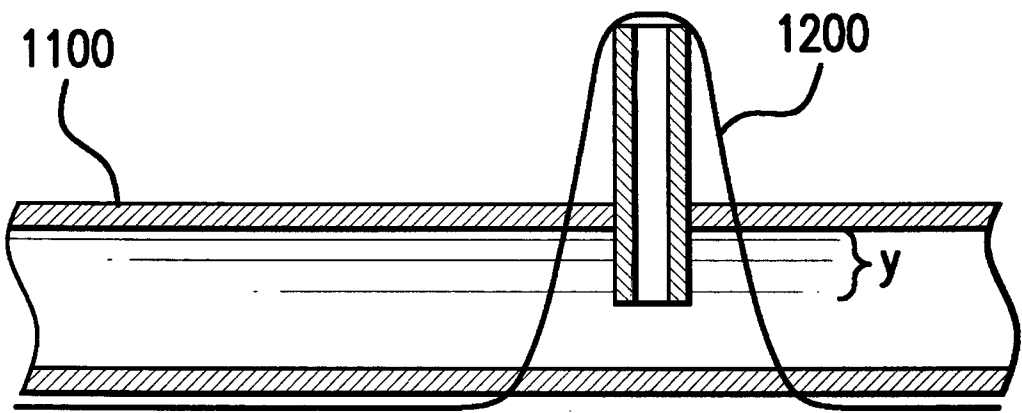


FIG.12

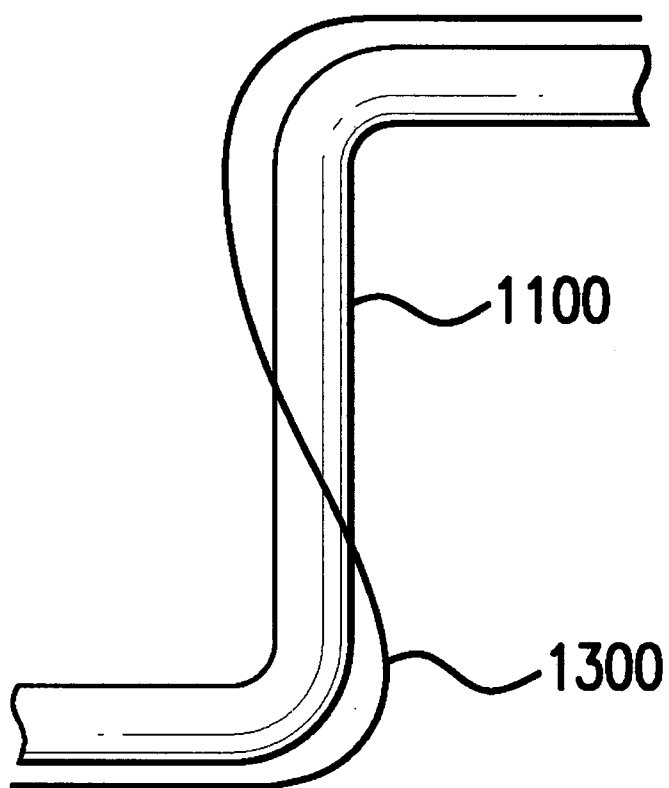


FIG. 13

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,624
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
1		TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	554,000.00
		TOTAL :	\$ 554,000.00

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164-00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 31,630

FECHA : ABRIL 23 DE 2010

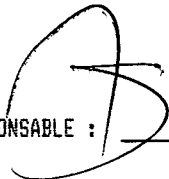
***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
99		OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	832,000.00
		TOTAL :	\$ 832,000.00

SON: OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

102

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164-00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,636
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES
			13,000.00
		TOTAL :	\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,643
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES
		TOTAL :	\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,642
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES
			13,000.00
TOTAL :			\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,641
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO	
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES	13,000.00
TOTAL :				\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,640
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES
			13,000.00
		TOTAL :	\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,639
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES
			13,000.00
		TOTAL :	\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

103

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,638
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES
			13,000.00
		TOTAL :	\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 31,637
FECHA : ABRIL 23 DE 2010

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CASTILLO PINEDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	105315335	23/04/2010	6,528,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	21 CERTIFICACIONES
			13,000.00
		TOTAL :	\$ 13,000.00

SON: TRECE MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____



No. 10-048164- -00000-0000

Fecha: 2010-04-23 17:20:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 110

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐ Incompleta ☐	

PATENTE DE INVENCION PCT ☒

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒	Indicación que se solicita una PCT .
☒	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☒ Incompleta ☐	

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐ Incompleta ☐	

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐ Incompleta ☐	