



10
YEAR
Product
warranty

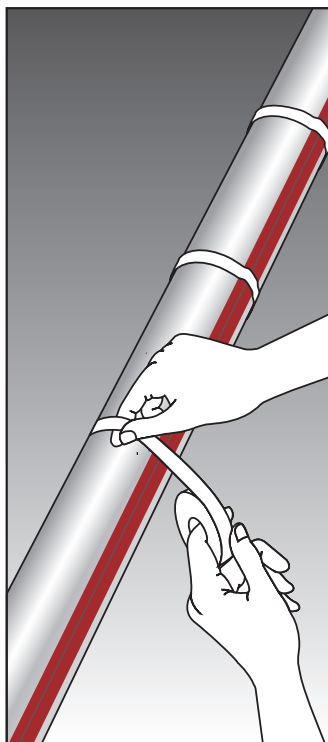
Regístrese para obtener
su garantía extendida en
www.pentairthermal.com

Raychem Industrial Heat-Tracing
Aquecimento Industrial
Rastreo de calor industrial

INSTALLATION AND MAINTENANCE MANUAL FOR SELF-REGULATING
AND POWER-LIMITING HEATING CABLE SYSTEMS

MANUAL DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO PARA SISTEMAS
DE CABO DE AQUECIMENTO COM LIMITAÇÃO DE POTÊNCIA E
AUTORREGULADORES

MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS DE
CABLE DE CALEFACCIÓN DE AUTOREGULACIÓN Y LIMITACIÓN DE
ALIMENTACIÓN



Important Safeguards and Warnings

WARNING: FIRE AND SHOCK HAZARD.

Raychem heat-tracing systems must be installed correctly to ensure proper operation and to prevent shock and fire. Read these important warnings and carefully follow all the installation instructions.

- To minimize the danger of fire from sustained electrical arcing if the heating cable is damaged or improperly installed, and to comply with Pentair Thermal Management requirements, agency certifications, and national electrical codes, ground-fault equipment protection must be used on each heating cable branch circuit. Arcing may not be stopped by conventional circuit breakers.
- Approvals and performance of the heat-tracing systems are based on the use of Pentair Thermal Management specified parts only. Do not substitute parts or use vinyl electrical tape.
- Bus wires will short if they contact each other. Keep bus wires separated.
- Components and cable ends must be kept dry before and during installation.
- The black heating cable core and fibers are conductive and can short. They must be properly insulated and kept dry.
- Damaged bus wires can overheat or short. Do not break bus wire strands when preparing the cable for connection.
- Damaged heating cable can cause electrical arcing or fire. Do not use metal attachments such as pipe straps or tie wire. Use only Raychem approved tapes and cable ties to secure the cable to the pipe.
- Do not attempt to repair or energize damaged cable. Remove damaged cable at once and replace with a new length using the appropriate Raychem splice kit. Replace damaged components.
- Re-use of the grommets, or use of the wrong grommet, can cause leaks, cracked components, shock, or fire. Be sure the type of grommet is correct for the heating cable being installed. Use a new grommet whenever the cable has been pulled out of the component.
- Use only fire-resistant insulation which is compatible with the application and the maximum exposure temperature of the system to be traced.
- To prevent fire or explosion in hazardous locations, verify that the maximum sheath temperature of the heating cable is below the auto-ignition temperature of the gases in the area. For further information, see the design documentation.
- Material Safety Data Sheets (MSDSs) are available on-line at www.pentairthermal.com.

Table of Contents

1	General Information	1
	1.1 Use of the Manual	1
	1.2 Safety Guidelines	1
	1.3 Electrical Codes	1
	1.4 Warranty and Approvals	2
	1.5 General Installation Notes	2

2	Heating Cable Selection	3
----------	-------------------------	---

3	Heating Cable Installation	4
	3.1 Heating Cable Storage	4
	3.2 Pre-Installation Checks	4
	3.3 Installation	5

4	Heating Cable Components	16
	4.1 General Component Information	16

5	Control and Monitoring	19
----------	------------------------	----

6	Thermal Insulation	21
	6.1 Pre-Insulation Checks	21
	6.2 Insulation Installation Hints	21
	6.3 Marking	21
	6.4 Post-Insulation Testing	21

7	Power Supply and Electrical Protection	22
	7.1 Voltage Rating	22
	7.2 Electrical Loading	22
	7.3 Ground-Fault Protection	22

8	Commissioning and Preventive Maintenance	23
	8.1 Tests	23
	8.2 Preventive Maintenance	24

9	Test Procedures	25
	9.1 Visual Inspection	25
	9.2 Insulation Resistance (Megger) Test	25
	9.3 Power Check	28
	9.4 Fault Location Tests	29

10	Troubleshooting Guide	34
-----------	-----------------------	----

11	Installation and Inspection Records	36
-----------	-------------------------------------	----

1

General Information

1.1 Use of the Manual

This installation and maintenance manual is for Raychem Self-Regulating and Power-Limiting heat-tracing systems on thermally insulated pipes and vessels only. This includes Raychem BTV, HBTV, QTVR, HQTV, XTV, HXTV, KTV, VPL heating cables and the appropriate Raychem components.

For information regarding other applications, design assistance or technical support, contact your Pentair Thermal Management representative or Pentair Thermal Management directly.

Pentair Thermal Management

7433 Harwin Drive

Houston, TX 77036

USA

Tel: +1.800.545.6258

Tel: +1.650.216.1526

Fax: +1.800.527.5703

Fax: +1.650.474.7711

thermal.info@pentair.com

www.pentairthermal.com





Important: For the Pentair Thermal Management warranty and agency approvals to apply, the instructions that are included in this manual and product packages must be followed.

1.2 Safety Guidelines

The safety and reliability of any heat-tracing system depends on proper design, installation and maintenance. Incorrect handling, installation, or maintenance of any of the system components can cause underheating or overheating of the pipe or damage to the heating cable system and may result in system failure, electric shock or fire.

Pay special attention to the following:

- Important instructions are marked  **Important**
- Warnings are marked  **WARNING**

1.3 Electrical Codes

Sections 427 (pipelines and vessels) and 500 (classified locations) of the National Electrical Code (NEC),

1

General Information

and Part 1 of the Canadian Electrical Code, Sections 18 (hazardous locations) and 62 (Fixed Electric Space and Surface Heating), govern the installation of electrical heat-tracing systems. All heat-tracing-system installations must be in compliance with these and any other applicable national or local codes.

1.4 Warranty and Approvals

Raychem heating cables and components are approved for use in hazardous and nonhazardous locations. Refer to the specific product data sheets for details.

1.5 General Installation Notes

These notes are provided to assist the installer throughout the installation process and should be reviewed before the installation begins.

- Read all instruction sheets to familiarize yourself with the products.
- Select the heating cable type and rating in accordance with the Industrial Product Selection and Design Guide (Pentair Thermal Management literature #H56550), or TraceCalc Pro software, or the website design software.
- Ensure all pipes, tanks, etc., have been released by the client for tracing prior to installation of the heating cables.
- Typically, heating cables are installed at the 4 and 8 o'clock positions on a pipe.
- All heat-traced pipes, tanks, vessels, and equipment must be thermally insulated.
- Do not install heating cables on equipment operating above the heating cable's maximum rated temperature.
- The minimum bending radius for VPL Power-Limiting cables is 3/4 inch (19 mm). The minimum bending radius for Self-Regulating cables is 1/2 inch (13 mm).
- Never install heating cables over expansion joints without leaving slack in the cable.
- Do not energize cable when it is coiled or on the reel.
- Never use tie wire or pipe straps to secure heating cables.
- The minimum installation temperature for heating cables is -40°F (-40°C).

2

Heating Cable Selection

Check the design specification to make sure the proper heating cable is installed on each pipe or vessel. Refer to the Industrial Product Selection and Design Guide, TraceCalc Pro or the Pentair Thermal Management web site, www.pentairthermal.com, to select the proper heating cable for your application.

3

Heating Cable Installation

3.1 Heating Cable Storage

- Store the heating cable in a clean, dry place. Temperature range: -40°F (-40°C) to 140°F (60°C).
- Protect the heating cable from mechanical damage.

3.2 Pre-Installation Checks

Check materials received:

- Review the heating cable design and compare the list of materials to the catalog numbers of heating cables and components received to confirm that proper materials are on site. The heating cable type and voltage is printed on its jacket.
- Ensure that the heating cable voltage rating is suitable for the service voltage available.
- Inspect the heating cable and components for in-transit damage.
- Verify that there are no holes in the heating cable jackets by conducting the insulation resistance test (refer to Section 9) on each reel of cable.

Check piping to be traced:

- Make sure all mechanical pipe testing (i.e. hydrostatic testing/purging) is complete and the system has been cleared by the client for tracing.
- Walk the system and plan the routing of the heating cable on the pipe.
- Inspect the piping for burrs, rough surfaces, or sharp edges. Remove if necessary.
- Verify that any surface coatings are dry to the touch.

3

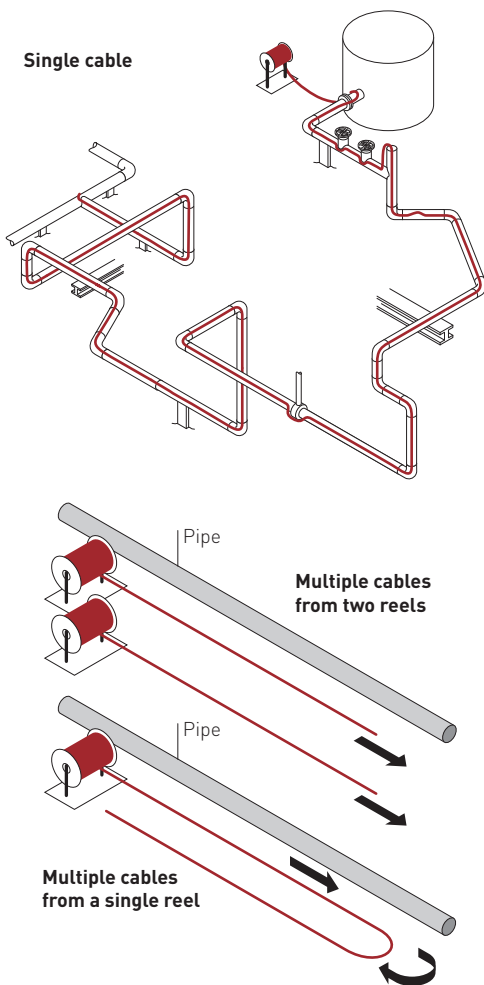
Heating Cable Installation

3.3

Installation

Paying out the cable

Pay out the heating cable, loosely stringing it along the pipe, making sure that the cable is always next to the pipe when crossing obstacles. If the cable is on the wrong side of an obstacle such as a crossing pipe or I-beam, you will need to reinstall it or cut and splice it.



3

Heating Cable Installation

HEATING CABLE PAYING OUT TIPS:

- Use a reel holder that pays out smoothly with little tension. If heating cable snags, stop pulling.
- Keep the heating cable strung loosely but close to the pipe being traced to avoid interference with supports and equipment.
- Meter marks on the heating cable can be used to determine heater length.
- Protect all heating cable ends from moisture, contamination, and mechanical damage.

WHEN PAYING OUT THE HEATING CABLE, AVOID:

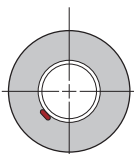
- Sharp edges
- Excessive pulling force or jerking
- Kinking and crushing
- Walking on it, or running over it with equipment

⚠ WARNING: Fire and Shock Hazard. Do not install damaged cable. Components and cable ends must be kept dry before and during installation.

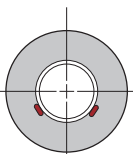
Positioning heating cables

If possible, position the heating cable on the lower section of the pipe, at the 4 and 8 o'clock positions, as shown below, to protect it from damage.

One heating cable



Two heating cables



ATTACHMENT TAPES

Use one of the following Raychem attachment tapes to secure the heating cable on the the pipe: GT-66 or GS-54 fiberglass tape, or AT-180 aluminum tape.

3

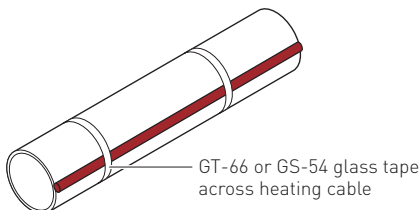
Heating Cable Installation

GT-66 fiberglass tape

- General purpose tape for installation at 40°F (5°C) and above

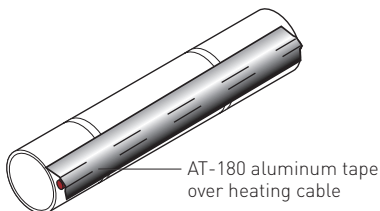
GS-54 fiberglass tape

- Special application tape for stainless steel pipes
- For installations at -40°F (-40°C) and above



AT-180 aluminum tape

- Heat-transfer tape for plastic pipes, pump bodies, and odd-shaped equipment
- Install above 32°F (0°C)
- Tape lengthwise over the heating cable as required by the design

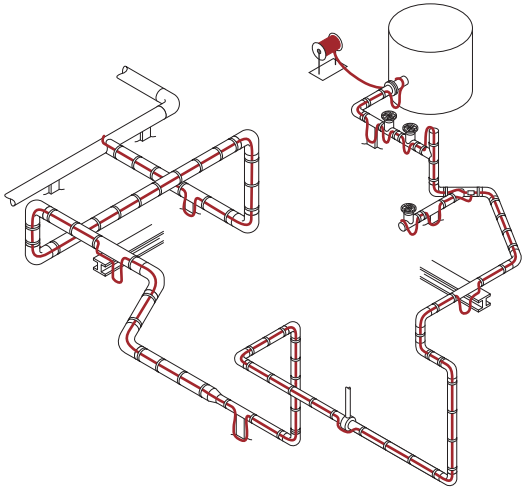


WARNING: Fire and Shock Hazard. Do not use metal attachments such as pipe straps or tie wire. Do not use vinyl-based electrical or duct tape. Use only Raychem approved tapes.

3

Heating Cable Installation

ATTACHING THE HEATING CABLE



Starting from the end opposite the reel, tape the heating cable on the pipe at every foot, as shown in the figure above. If aluminum tape is used, apply it over the entire length of the heating cable after the cable has been secured with glass tape. Work back to the reel. Leave extra heating cable at the power connection, at all sides of splices and tees and at the end seal to allow for future servicing.

Allow a loop of extra cable for each heat sink, such as pipe supports, valves, flanges, and instruments, as detailed by the design. Refer to "Typical installation examples" on page 12 for attaching heating cable to heat sinks.

Install heating cable components immediately after attaching the heating cable. If immediate installation is not possible, protect the heating cable ends from moisture.

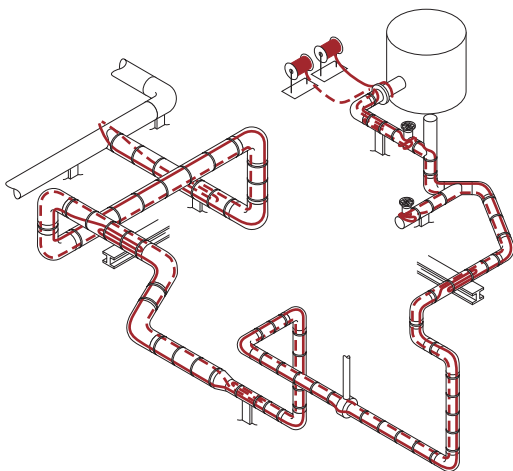
3

Heating Cable Installation

MULTIPLE CABLES AND SPIRALING

There are two situations where multiple heating cable runs may be required:

- **Redundant heat-tracing runs** are used in situations where a backup is required. Each run should be installed per the design specifications.
- **Double or multiple heat-tracing runs** are used when a single heat-tracing run alone cannot compensate for larger heat losses. Double heat-tracing runs should have extra heating cable installed at heat sinks, as called out in the design. It is recommended to supply the extra heating cable at heat sinks alternately from both runs in order to balance out both circuit lengths.

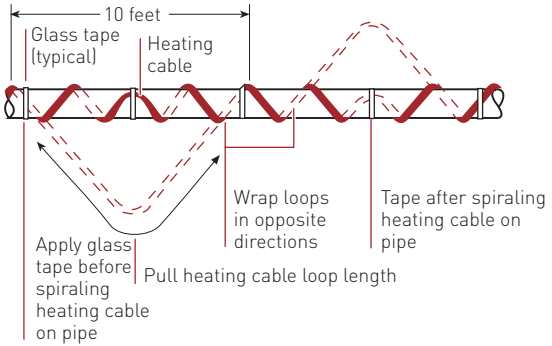


SPIRAL TRACING

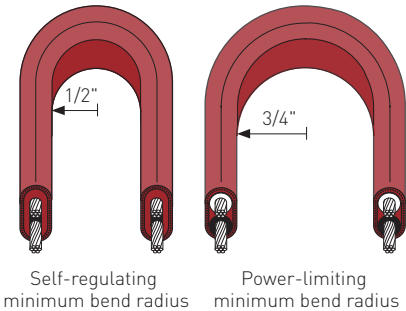
When the design calls for spiraling, begin by suspending a loop at every 10-foot pipe section. To determine the loop length, obtain a spiral factor from the design and multiply by 10. For example, if the spiral factor of 1.3 is called for, leave a 13-foot loop of heating cable at every 10-foot section of pipe. Attach the loop to the pipe at each interval using the appropriate Raychem attachment tape.

3

Heating Cable Installation



BENDING THE CABLE



When positioning the heating cable on the pipe, do not bend tighter than 1/2" for self-regulating cables and 3/4" for power-limiting cables.

3

Heating Cable Installation

The heating cable does not bend easily in the flat plane. Do not force such a bend, as the heating cable may be damaged.

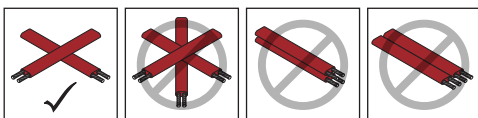


CROSSING THE CABLE

Self-Regulating cables, BTV, HBTV, QTVR, HQTV, XTV, HXTV, KTV allow for multiple overlapping of the heating cable.

Power-Limiting cable, VPL, allows for a single overlap of the heating cable per zone.

FOR VPL HEATING CABLE ONLY:



CUTTING THE CABLE

Cut the heating cable to length after it is attached to the pipe.

Heating cable can be cut to length without affecting the heat output per foot.

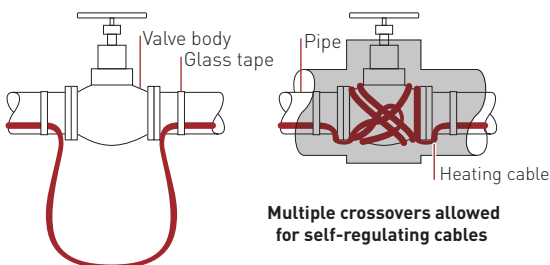
3

Heating Cable Installation

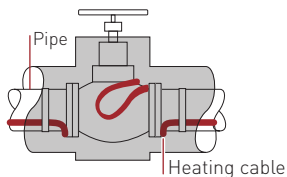
Typical installation examples

Wrap pipe fittings, equipment, and supports as shown in the following examples to properly compensate for higher heat-loss at heat sinks and to allow easy access for maintenance. The exact amount of heating cable needed is determined in the design.

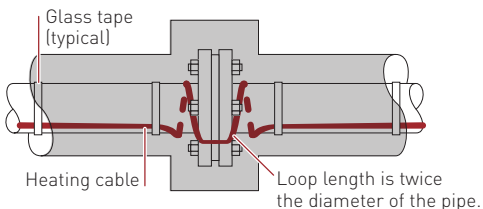
VALVE



Note: Cable loop length varies depending on heat loss.



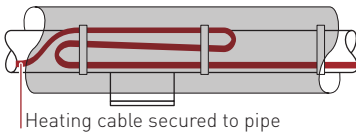
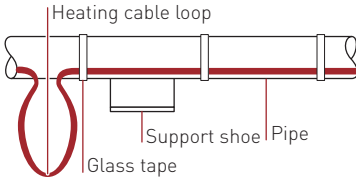
FLANGE



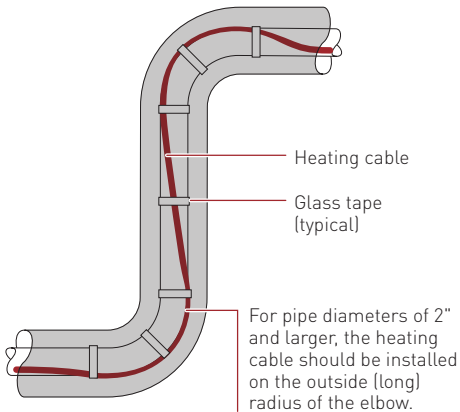
3

Heating Cable Installation

PIPE SUPPORT SHOE



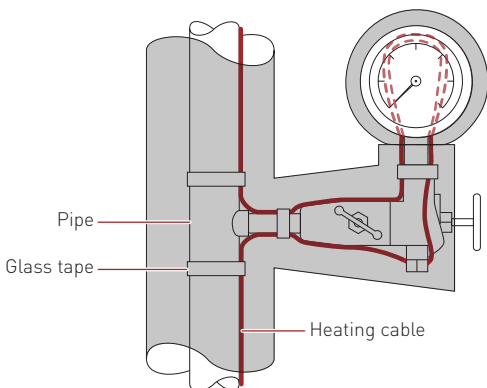
ELBOW



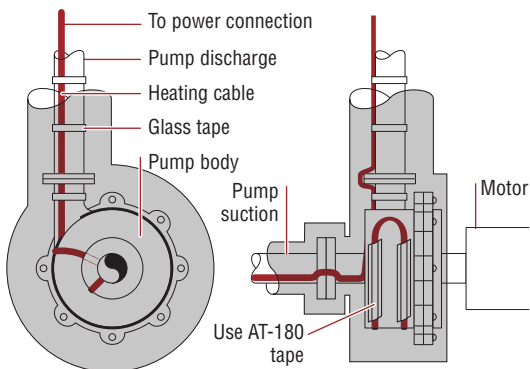
3

Heating Cable Installation

PRESSURE GAUGE



SPLIT CASE CENTRIFUGAL PUMP

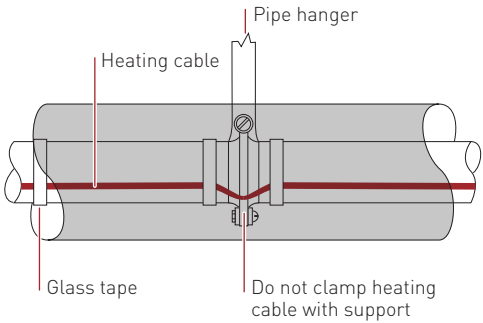
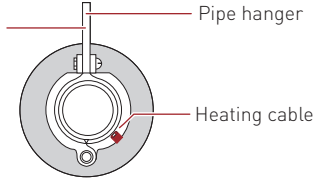


3

Heating Cable Installation

PIPE HANGER

No additional heating cable is required for pipe hangers unless called for in the design specification, then use loop length specified.



4

Heating Cable Components

4.1 General Component Information

Raychem components must be used with Raychem self-regulating and power-limiting heating cables. A complete circuit requires a power connection and an end seal. Splices and tees are used as needed.

Use the Industrial Product Selection and Design Guide or TraceCalc Pro to select appropriate components.

Installation instructions are included with the component kit. Steps for preparing the heating cable and connecting to components must be followed.

Raychem self-regulating and power-limiting heating cables are parallel circuit design. Do not twist the conductors together as this will result in a short circuit.

Component Installation Tips

- Connection kits should be mounted on top of the pipe when practical. Electrical conduit leading to power connection kits should have low-point drains to keep condensation from accumulating in the conduit. All heating cable connections must be mounted above grade level.
- Special adapters are available for mounting on small pipes. Be sure to use these adapters if installing cables on pipes of 1 inch O.D. or less.
- Be sure to leave a service loop at all components for future maintenance, except when temperature-sensitive fluids are involved or when the pipe is smaller than 1 inch.
- Locate junction boxes for easy access, but not where they may be exposed to mechanical abuse.
- Heating cables must be installed over, not under, pipe straps used to secure components.
- For VPL, cut cable 12" (30 cm) from last active node (indentation) to be sure an inactive zone is used to enter the component. Refer to component installation instructions.

4

Heating Cable Components

- All power connections, splices, tees, and end seals in a Division 1 location must use the HAK-C-100 connection kit and an HAK-JB3-100 or a Division 1 Nationally Recognized Testing Lab (NRTL) approved junction box.



WARNING: The black heating cable core and fibers are electrically conductive and can short. They must be properly insulated and kept dry. Damaged bus wires can overheat or short. Do not break bus wire strands when stripping the heating cable.

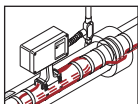
4

Heating Cable Components

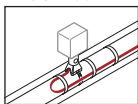
Raychem Components for Nonhazardous, CID2 and Zone 1 Hazardous Locations

Power Connection

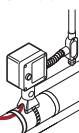
JBM-100-A



JS-100-A



JBS-100-A

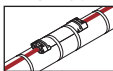


Splice

PMKG-LS



S-150

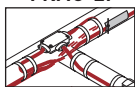


T-100



Tee

PKMG-LT



T-100



End Seal

E-150



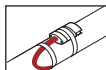
E-100-L



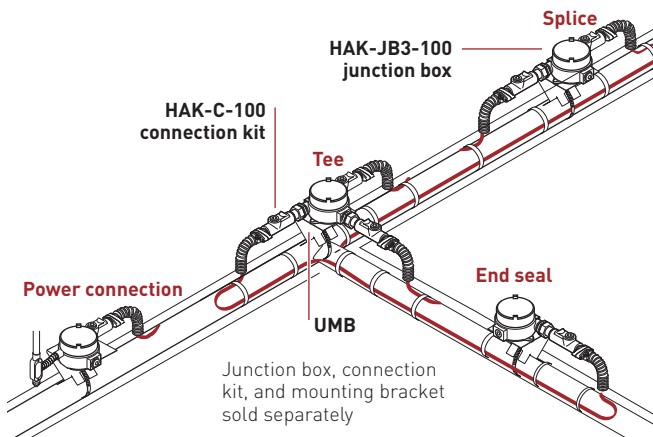
E-100



PMKG-LE



Raychem Components for CID1 Hazardous Locations



WARNING: Fire and Shock Hazard. Raychem brand specified components must be used. Do not substitute parts or use vinyl electrical tape.

5

Control and Monitoring

Pentair Thermal Management DigiTrace control and monitoring products are designed for use with Self-Regulating and Power-Limiting heat-tracing systems. Thermostats, controllers and control and monitoring systems are available. Compare features of these products in the table below. For additional information on each product, refer to the Industrial Product Selection and Design Guide or contact your Pentair Thermal Management representative.

Refer to the installation instructions supplied with control and monitoring products. Control and Monitoring systems may require installation by a certified electrician.

Pentair Thermal Management Control and Monitoring Products

	THERMOSTATS			CONTROLLERS					
	AMC-F5	AMC-1A	AMC-1H	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 E507S-LS E507S-2LS-2 Raystat-EX-03-A	DigiTrace Series ^{1, 2}				
					910	920	200N	T2000	NGC-30
Control									
Ambient sensing	■				●	●	●	●	●
Line-sensing				■	●	●	●	●	●
PASC					●	●	●	●	●
Monitoring									
Ambient temperature					●	●	●	●	●
Pipe temperature					●	●	●	●	●
Ground fault					●	●	●	●	●
Continuity ³							●		●
Current					●	●	●	●	●
Location									
Local	■			■	●	●		●	●
Remote					●	●	●	●	●
Hazardous		AMC-1H		E507S	●	●		●	●

Pentair Thermal Management Control and Monitoring Products

THERMOSTATS		CONTROLLERS					
	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 AMC-F5 AMC-1A AMC-1H	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 E507S-LS E507S-2LS-2 Raystat-EX-03-A	DigiTrace Series ^{1, 2}				
			910	920	200N	T2000	NGC-30
Communications							
Local display			●	●	●	●	●
Remote display			●	●	●	●	●
Network to DCS			●	●	●	●	●

- ¹ DigiTrace controllers used in CID1 areas require the use of appropriate hazardous area enclosures or Z-purge systems.
- ² 480-V VPL must use DigiTrace 920, 200N, T2000 or NGC-30 controllers only.
- ³ Continuity monitoring is supported when PLI (Power Line Carrier Interface) technology is implemented.

6

Thermal Insulation

6.1 Pre-Insulation Checks

Visually inspect the heating cable and components for correct installation and damage. Damaged cable must be replaced.

Perform insulation resistance testing, known as a Megger test (refer to Section 9), prior to covering the pipe with thermal insulation.

6.2 Insulation Installation Hints

- Insulation must be properly installed and kept dry.
- Check insulation type and thickness against the design specification.
- To minimize potential heating cable damage, insulate as soon as possible after tracing.
- Check that pipe fittings, wall penetrations, and other irregular areas have been completely insulated.
- When installing cladding, be sure drills, screws, and sharp edges do not damage the heating cable.
- To weatherproof the insulation, seal around all fixtures that extend through the cladding. Check around valve stems, support brackets, and thermostat capillaries.

6.3 Marking

Apply “Electric Traced” labels on outside of the cladding at 10-foot intervals on alternate sides to indicate presence of electric cables.

Other labels, which identify the location of splices, tees, and end connections installed beneath the thermal insulation, are supplied with those components and must also be used.

6.4 Post-Insulation Testing

After the insulation is complete, perform an insulation resistance test on each circuit to confirm that the cable has not been damaged (refer to Section 9).



WARNING: Use only fire-resistant insulation, such as fiberglass, mineral wool, or calcium silicate.

7

Power Supply and Electrical Protection

7.1 Voltage Rating

Verify that the source voltage corresponds to the heating cable rating printed on the cable jacket and specified by the design.

7.2 Electrical Loading

Overcurrent devices are selected according to the heating cable type, source voltage, and circuit length to allow start-up at the designed ambient temperatures. The design specifies the size and type of overcurrent device.

7.3 Ground-Fault Protection

If the heating cable is improperly installed, or physically damaged to the point that water contacts the bus wires, sustained arcing or fire could result. If arcing does occur, the fault current may be too low to trip conventional circuit breakers.

Pentair Thermal Management, the U.S. National Electrical Code, and the Canadian Electrical Code require both ground-fault protection of equipment and a grounded metallic covering on all heating cables. All Raychem products meet the metallic covering requirement. Following are some of the ground-fault breakers that satisfy this equipment protection requirement: Square D Type GFPD EHB-EPD (277 Vac), Cutler Hammer (Westinghouse) Type QBGFEP.

480-V VPL must use DigiTrace 920, 200N, T2000, or NGC-30 controllers only, which provide ground-fault protection at 480 volts.



WARNING: To minimize the danger of fire from sustained electrical arcing if the heating cable is damaged or improperly installed, and to comply with Pentair Thermal Management requirements, agency certifications, and national electrical codes, ground-fault equipment protection must be used on each heating cable branch circuit. Arcing may not be stopped by conventional circuit breakers.



WARNING: Disconnect all power before making connections to the heating cable.

8

Commissioning and Preventive Maintenance

Pentair Thermal Management requires a series of tests be performed on the heat-tracing system upon commissioning. These tests are also recommended at regular intervals for preventive maintenance. Results must be recorded and maintained for the life of the system, utilizing the “Installation and Inspection Record” (refer to Section 11).

8.1 Tests

A brief description of each test is found below. Detailed test procedures are found in Section 9.

Visual inspection

Visually inspect the pipe, insulation, and connections to the heating cable for physical damage. Check that no moisture is present, electrical connections are tight and grounded, insulation is dry and sealed, and control and monitoring systems are operational and properly set. Damaged heating cable must be replaced.

Insulation Resistance

Insulation Resistance (IR) testing is used to verify the integrity of the heating cable inner and outer jackets. IR testing is analogous to pressure testing a pipe and detects if a hole exists in the jacket. IR testing can also be used to isolate the damage to a single run of heating cable. Fault location can be used to further locate damage.

Power check

The heating cable power per foot (meter) is calculated by dividing the total wattage by the total length of a circuit. The current, voltage, operation temperature, and length must be known. Circuit length can be determined from “as built” drawings, meter marks on cable, or the capacitance test.

$$\text{Power (w/ft or m)} = \frac{\text{Volts (Vac)} \times \text{Current (A)}}{\text{Length (ft or m)}}$$

The watts per foot (meter) can be compared to the heating cable output indicated on the product data sheet at the temperature of operation. This gives a good indication of heating cable performance.

Ground-fault test

Test all ground-fault breakers per manufacturer’s instructions.

8

Commissioning and Preventive Maintenance

8.2 Preventive Maintenance

Recommended maintenance for Pentair Thermal Management heat-tracing systems consists of performing the commissioning tests on a regular basis. Procedures for these tests are described in Section 9. Systems should be checked before each winter.

If the heat-tracing system fails any of the tests, refer to Section 10 for troubleshooting assistance. Make the necessary repairs and replace any damaged cable immediately.

De-energize all circuits that may be affected by maintenance.

Protect the heating cable from mechanical or thermal damage during maintenance work.

The recommended cable installation methods allow for extra cable at all pipe fixtures (such as valves, pumps, and pressure gauges) that are likely to incur maintenance work.


Maintenance records

The “Installation and Inspection Record,” (refer to Section 11), should be filled out during all maintenance and repair work, and kept for future reference.

Repairs

Use only Raychem cable and components when replacing any damaged heating cable. Replace the thermal insulation to original condition or replace with new insulation, if damaged.

Retest the system after repairs.

 **WARNING: Damage to cables or components can cause sustained electrical arcing or fire. Do not attempt to repair damaged heating cable. Do not energize cables that have been damaged by fire. Replace damaged cable at once by removing the entire damaged section and splicing in a new length using the appropriate Raychem splice kits. Do not reuse grommets. Use new grommets whenever the heating cable has been pulled out of the components.**

9

Test Procedures

9.1 Visual Inspection

- Check inside heating cable components for proper installation, overheating, corrosion, moisture, and loose connections.
- Check the electrical connections to ensure that ground and bus wires are insulated over their full length.
- Check for damaged or wet thermal insulation; damaged, missing or cracked lagging and weather-proofing.
- Check that end seals, splices, and tees are properly labeled on insulation cladding.
- Check control and monitoring system for moisture, corrosion, set point, switch operation and capillary damage.

9.2 Insulation Resistance (Megger) Test

Frequency

Insulation resistance testing is recommended at five stages during the installation process and as part of regularly scheduled maintenance.

- Before installing the cable
- Before installing components
- Before installing the thermal insulation
- After installing the thermal insulation
- Prior to initial start-up (commissioning)
- As part of the regular system inspection
- After any maintenance or repair work

Procedure

Insulation resistance testing (using a megohm-meter) should be conducted at three voltages; 500, 1000, and 2500 Vdc. Significant problems may not be detected if testing is done only at 500 and 1000 volts.

First measure the resistance between the heating cable bus wires and the braid (Test A) then measure the insulation resistance between the braid and the metal pipe (Test B). Do not allow test leads to touch junction box, which can cause inaccurate readings.

1. De-energize the circuit.

9

Test Procedures

2. Disconnect the thermostat or controller if installed.
3. Disconnect bus wires from terminal block, if installed.
4. Set test voltage at 0 Vdc.
5. Connect the negative (-) lead to the heating cable metallic braid.
6. Connect the positive (+) lead to both heating cable bus wires simultaneously.
7. Turn on the megohmmeter and set the voltage to 500 Vdc; apply the voltage for 1 minute. The meter needle should stop moving. Rapid deflection indicates a short. Record the insulation resistance value in the Inspection Record.
8. Repeat Steps 4–7 at 1000 and 2500 Vdc.
9. Turn off the megohmmeter.
10. If the megohmmeter does not self-discharge, discharge phase connection to ground with a suitable grounding rod. Disconnect the megohmmeter.
11. Repeat this test between braid and pipe.
12. Reconnect bus wires to terminal block.
13. Reconnect the thermostat.



Important: System checkout and regular maintenance procedures require that insulation resistance testing be performed from the distribution panel unless a control and monitoring system is in use. If no control system is being used, remove both power feed wires from the breaker and proceed as if testing heating cable bus wires. If a control and monitoring system is being used, remove the control equipment from the circuit and conduct the test directly from the heating cable.



WARNING: Fire hazard in hazardous locations. The insulation resistance test can produce sparks. Be sure there are no flammable vapors in the area before performing this test.

9

Test Procedures

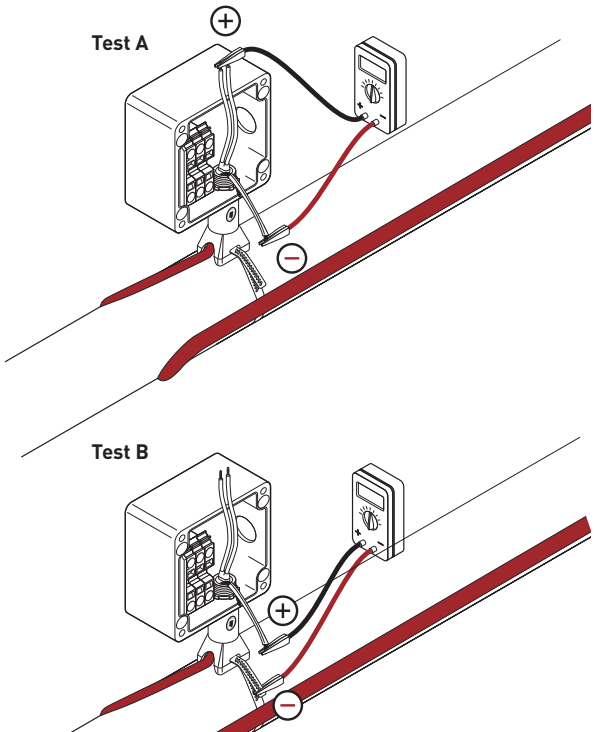
Insulation resistance criteria

A clean, dry, properly installed circuit should measure thousands of megohms, regardless of the heating cable length or measuring voltage (0–2500 Vdc). The following criteria are provided to assist in determining the acceptability of an installation where optimum conditions may not apply.

All insulation resistance values should be greater than 1000 megohms. If the reading is lower, consult Section 10, Troubleshooting Guide.



Important: Insulation resistance values for Test A and B; for any particular circuit, should not vary more than 25 percent as a function of measuring voltage. Greater variances may indicate a problem with your heat-tracing system; confirm proper installation and/or contact Pentair Thermal Management for assistance.



9

Test Procedures

9.3 Power Check

The power output of Self-Regulating and Power-Limiting cable is temperature-sensitive and requires the following special procedure to determine its value.

1. Power the heating cable and allow it to stabilize for 10 minutes, then measure current and voltage at the junction box. If a thermostat or controller is used, refer to details below.
2. Check the pipe temperature under the thermal insulation at several locations.
3. Calculate the power (watts/ft) of the heating cable by multiplying the current by the input voltage and dividing by the actual circuit length.

$$\text{Power (w/ft or m)} = \frac{\text{Volts (Vac)} \times \text{Current (A)}}{\text{Length (ft or m)}}$$

Ambient-sensing controlled systems

If the actual ambient temperature is higher than the desired thermostat setting, turn the thermostat setting up high enough to turn on the system, or (with some models) manually set the selector switch to the ON position.

- Turn on the main circuit breaker.
- Turn on the branch circuit breakers.
- After a minimum of ten minutes, measure the voltage, amperage, ambient temperature, and pipe temperature for each circuit and record the values in the “Installation and Inspection Record” (refer to Section 11). This information is needed for future maintenance and troubleshooting.
- When the system is completely checked out, reset the thermostat to the proper temperature.

Line-sensing controlled systems

Set the thermostat to the desired control temperature, or to a setting high enough to turn the circuit on if the pipe temperature is above the control temperature.

- Turn on the main circuit breaker.
- Turn on the branch circuit breakers.

9

Test Procedures

- Allow the system to reach the control point. This may take up to four hours for most circuits. Large, liquid-filled pipes may take longer.
- Measure the voltage, amperage, and pipe temperature for each circuit and record the values in the “Installation and Inspection Record” (refer to Section 11). This information is needed for future maintenance and troubleshooting.
- When the system is completely checked out, reset the thermostat to the proper temperature.

Control and monitoring systems

Refer to the installation instructions supplied with the product for commissioning tests and records.

9.4 Fault Location Tests

Fault location

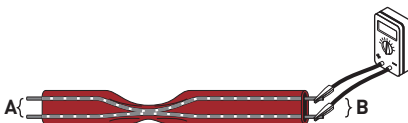
There are three methods used for finding a fault within a section of heating cable: the ratio method, 1/R method, and the capacitance method. The capacitance method can also be used to determine total heating cable length.

RATIO TEST METHOD

a.) To locate bus wire short:

The ratio method uses resistance measurements taken at each end of the heating cable to approximate the location of a bus wire short. A shorted heating cable could result in a tripped circuit breaker or a cold section of pipe.

Measure the bus-to-bus conductor resistance from the front end (measurement A) and the back end (measurement B) of the suspected section.



9

Test Procedures

The approximate location of the bus wire short, expressed as a percentage of the heating cable length from the front end, is:

$$\text{Fault location: } D = \frac{A}{(A + B)} \times 100$$

Example: A = 1.2 ohms

B = 1.8 ohms

$$\text{Fault location: } D = 1.2 / (1.2 + 1.8) \times 100 \\ = 40\%$$

The fault is located 40% along the circuit as measured from the front end (A).

b.) To locate low resistance ground fault:

To locate a low resistance ground fault, **measure resistance between bus and braid.**



The approximate location of the fault, expressed as a percentage of the heating cable length from the front end (A), is:

$$\text{Fault location: } D = \frac{A}{(A + B)} \times 100$$

Example: A = 0.6 ohms

B = 0.9 ohms

$$\text{Fault location: } D = 0.6 / (0.6 + 0.9) \times 100 \\ = 40\%$$

The fault is located 40% along the circuit as measured from the front end (A).

9

Test Procedures

c.) To locate severed section:

This method uses the core resistance of the heating cable to approximate the location of a fault when the heating cable has been severed and the bus wires have not been shorted together. A severed cable may result in a cold section of pipe and many not trip the circuit breaker.



Measure the bus-to-bus heating cable resistance from the front end (measurement A) and the back end (measurement B) of the suspect section.

The approximate location of the fault, expressed as a percentage of the heating cable length from the front end (A) is:

$$\text{Fault location: } D = \frac{1/A}{(1/A + 1/B)} \times 100$$

Example: A = 100 ohms

 B = 25 ohms

$$\begin{aligned} \text{Fault location: } D &= (1/100) / (1/100 + 1/25) \times 100 \\ &= 20\% \end{aligned}$$

The fault is located 20% from the front end (A) of the circuit.

9

Test Procedures

CAPACITANCE TEST METHOD

This method uses capacitance measurement (nF) to approximate the location of a fault where the heating cable has been severed. It also gives an estimate of total heating cable length in a non-severed circuit. This reading must be taken at the power connection and will only work when the heating cable has passed IR testing. This information is used to calculate the heating cable output per linear foot or to determine if the maximum length has been exceeded.

Record the capacitance reading from one end of the heating cable. The capacitance reading should be measured between both bus wires twisted together (positive lead) and the braid (negative lead).

Multiply the measured capacitance with the heating cable's capacitance factor as listed in the following table.

Example:

20XTV2-CT

Recorded capacitance = 16.2 nF

Capacitance factor = 10.1 ft/nF

Fault location = 16.2 x 10.1 nF

= 164 ft (50 m)

from reading location

As an alternative, capacitance values from both the front and back end can be used. The ratio of one capacitance value taken from one end (A) divided by the sum of both A and B (A + B) and then multiplied by 100 yields the distance from the first end, expressed as a percentage of the heating circuit length.

9

Test Procedures

Heating cable capacitance factors

Cable catalog number	Capacitance factor	Cable catalog number	Capacitance factor
3BTV1-CR	7.5	15QTVR1-CT	3.3
3BTV2-CT		20QTVR1-CT	
3BTV1-CR		20QTVR2-CT	
3BTV2-CT		5XTV1-CT-T3	10.8
5BTV1-CR	7.5	5XTV2-CT-T3	11.1
5BTV2-CT		10XTV1-CT-T3	10.3
5BTV1-CR		10XTV2-CT-T3	10.7
5BTV2-CT		15XTV1-CT-T3	9.7
8BTV1-CR	5.5	15XTV2-CT-T3	9.9
8BTV2-CT		20XTV1-CT-T2	9.3
8BTV1-CR		20XTV2-CT-T2	10.1
8BTV2-CT		5KTV1-CT	10.8
10BTV1-CR	5.5	5KTV2-CT	11.1
10BTV2-CT		8KTV1-CT	10.3
10BTV1-CR		8KTV2-CT	10.5
10BTV2-CT		15KTV1-CT	9.7
10QTVR1-CT	4.7	15KTV2-CT	9.9
10QTVR2-CT		20KTV1-CT	9.3
15QTVR2-CT		20KTV2-CT	10.1
		All VPL-CT	9.4

10

Troubleshooting Guide

Symptom	Probable Causes
Low or inconsistent insulation resistance	<p>Nicks or cuts in the heating cable.</p> <p>Short between the braid and heating cable core or the braid and pipe.</p> <p>Arcing due to damaged heating cable insulation.</p> <p>Moisture present in the components.</p> <p>Test leads touching the junction box.</p> <p>High pipe temperature may cause low IR reading.</p>

Reference tests:

Symptom	Probable Causes
Circuit breaker trips	<p>Circuit breaker is undersized.</p> <p>Start-up at too low a temperature. Connections and/or splices are shorting out.</p> <p>Physical damage to heating cable is causing a direct short.</p> <p>Bus wires are connected at the end.</p> <p>Nick or cut exists in heating cable or power feed wire with moisture present or moisture in connections.</p> <p>GFPD is undersized (5 mA used instead of 30 mA) or miswired.</p>

Reference tests:

10

Troubleshooting Guide

Corrective Action

Check power, splice, tee, and end connections for cuts, improper stripping distances, and signs of moisture. If heating cable is not yet insulated, visually inspect the entire length for damage, especially at elbows and flanges and around valves. If the system is insulated, disconnect heating cable section between power kits, splices, etc., and test again to isolate damaged section.

Replace damaged heating cable sections and restrip any improper or damaged connections.

If moisture is present, dry out the connections and retest. Be sure all conduit entries are sealed, and that condensate in conduit cannot enter power connection boxes. If heating cable core or bus wires are exposed to large quantities of water, replace the heating cable. (Drying the heating cable is not sufficient, as the power output of the heating cable can be significantly reduced.)

Clear the test leads from junction box and restart.

Retest at ambient, if necessary.

Insulation Resistance Test, Visual Inspection

Corrective Action

Recheck the design for startup temperature and current loads. Do not exceed the maximum circuit length for heating cable used. Check to see if existing power wire sizing is compatible with circuit breaker. Replace the circuit breaker if defective or improperly sized. Visually inspect the power connections, splices, and end seals for proper installation; correct as necessary.

Check for visual indications of damage around the valves, pump, and any area where there may have been maintenance work. Look for crushed or damaged insulation lagging along the pipe. Replace damaged sections of heating cable.

Check the end seal to ensure that bus wires are properly terminated per installation instructions. If a dead short is found, the heating cable may have been permanently damaged by excessive current and may need to be replaced.

Replace the heating cable, as necessary. Dry out and reseal the connections and splices. Using a megohmmeter, retest insulation resistance.

Replace undersized GFPD with 30 mA GFPD. Check the GFPD wiring instructions.

Insulation Resistance Test, Fault Location Test, Visual Inspection

10

Troubleshooting Guide

Symptom

Probable Causes

Low pipe temperature

Insulation is wet, or missing.

Insufficient heating cable was used on valves, supports, and other heat sinks.

Thermostat was set incorrectly.

Improper thermal design used.

Improper voltage applied.

Thermocouple is not in contact with pipe.

Reference tests:

Symptom

Probable Causes

Low or no power output

Low or no input voltage applied.

The circuit is shorter than the design shows, due to splices or tees not being connected, or the heating cable having been severed.

Improper component connection causing a high-resistance connection.

Control thermostat is wired in normally open position.

Pipe is at an elevated temperature.

The heating cable has been exposed to excessive temperature, moisture or chemicals.

Reference tests:

Corrective Action

Remove wet insulation and replace with dry insulation, and secure it with proper weatherproofing.

Splice in additional heating cable but do not exceed maximum circuit length.

Reset the thermostat.

Contact your Pentair Thermal Management representative to confirm the design and modify as recommended.

Reinstall the thermocouple on the pipe.

Power Check, Visual Inspection

Corrective Action

Repair the electrical supply lines and equipment.

Check the routing and length of heating cable (use “as built” drawings to reference actual pipe layout).

Connect all splices or tees. Locate and replace any damaged heating cables. Then recheck the power output.

Check for loose wiring connections and rewire if necessary.

Rewire the thermostat in the normally closed position.

Check the pipe temperature. Verify heater selection. Check the power output of the heating cable per the design vs. actual. Reduce pipe temperature if possible or contact your Pentair Thermal Management representative to confirm design.

Replace damaged heating cable. Check the pipe temperature. Check the power output of heating cable.

Power Check, Fault Location Test, Visual Inspection

11

Installation and Inspection Records

Pentair Thermal Management Heat-Tracing Installation and Inspection Record

Facility	_____
Circuit number	_____
Heating cable type	_____
Circuit length	_____

Commission

Inspection date:		
Visual Inspection		
Visual inspection inside connection boxes for signs of overheating, corrosion, moisture, loose connections and other problems.		
Proper electrical connection, ground, and bus wires insulated over full length.		
Damaged or wet thermal insulation; damaged, missing, cracked lagging or weather-proofing; gaps in caulking.		
Covered end seals, splices, and tees properly labeled on insulation cladding.		
Control and Monitoring system checked for moisture, corrosion, set point, switch operation, capillary damage, and protection.		
Insulation resistance (Megger) test	Ohms	
Test A 500 Vdc		
(bus to braid) 1000 Vdc		
2500 Vdc		
Test B 500 Vdc		
(braid to pipe) 1000 Vdc		
2500 Vdc		
Power check		
Circuit voltage		
Panel (Vac)		
Circuit end* (Vac)		
Circuit amps after 10 min (Amps)		
Pipe temperature (°F)		
Power = Volts x amps/ft (watts/ft)		

* Commissioning only

11

Installation and Inspection Records

Pentair Thermal Management Heat-Tracing Installation and Inspection Record

Facility _____

Circuit number _____

Heating cable type _____

Circuit length _____

Commission

Inspection date:			
Visual Inspection			
Visual inspection inside connection boxes for signs of overheating, corrosion, moisture, loose connections and other problems.			
Proper electrical connection, ground, and bus wires insulated over full length.			
Damaged or wet thermal insulation; damaged, missing, cracked lagging or weather-proofing; gaps in caulking.			
Covered end seals, splices, and tees properly labeled on insulation cladding.			
Control and Monitoring system checked for moisture, corrosion, set point, switch operation, capillary damage, and protection.			
Insulation resistance (Megger) test		Ohms	
Test A	500 Vdc		
(bus to braid)	1000 Vdc		
	2500 Vdc		
Test B	500 Vdc		
(braid to pipe)	1000 Vdc		
	2500 Vdc		
Power check			
Circuit voltage			
Panel	(Vac)		
Circuit end*	(Vac)		
Circuit amps after 10 min	(Amps)		
Pipe temperature	(°F)		
Power = Volts x amps/ft	(watts/ft)		

* Commissioning only

11

Installation and Inspection Records

FM Required Installation Record for Class I, Division 1, Hazardous Locations

To complete the FM approval process, this complete form must be returned to the Pentair Thermal Management Customer Service Center (fax number (800) 527-5703)

Company name _____

Circuit ID no. _____

Area _____

Autoignition temp. (AIT): _____

Heater circuit

Heater type: _____

Supply voltage: _____

Maximum pipe temp: _____

Components

Power connection _____

Tee _____

Ground-fault equipment

Make and model: _____

Installation instructions

Correct components per manufacturer's specification: _____

Seal fittings opened and inspected (properly poured): _____

Ground-leakage device tested: _____

Insulation resistance testing

Use 2500 Vcd for Self-Regulating and Power-Limiting cables

Instrument used: _____

As measured on the pipe before insulation installed*

Insulation resistance between conductor and braid (Test A) _____

Insulation resistance between braid and pipe (Test B) _____

As measured after insulation installed*

Insulation resistance between conductor and braid (Test A) _____

Insulation resistance between braid and pipe (Test B) _____

* Minimum insulation resistance must be 1000 MΩ

Circuit ready to commission

Prepared by _____

Approved by _____

Purchase order no. _____

Ref. drawing(s) _____

Group classification: _____

Circuit length: _____

Temp ID (T-rating) _____

Splice: _____

End seal: _____

Device trip level: _____

Calibration date:

Test value

Date

Initials

Test value

Date

Initials

Company

Date

Company

Date

Avisos e precauções importantes

AVISO: RISCO DE INCÊNDIO E CHOQUE.

Os sistemas de aquecimento industrial da Raychem devem ser instalados corretamente para assegurar uma operação correta e para evitar choque elétrico e incêndio. Leia estes avisos importantes e siga cuidadosamente todas as instruções de instalação.

- Para minimizar o perigo de incêndio causado por arco voltaico, caso o cabo aquecedor seja danificado ou instalado incorretamente, e cumprir com os requisitos da Pentair Thermal Management, das certificações de agências regulamentadoras e dos códigos elétricos nacionais, deverão ser usados equipamentos de proteção contra fuga à terra em cada circuito derivado de cabo aquecedor. Arcos voltaicos não podem ser interrompidos por meio de disjuntores convencionais.
- As aprovações e o desempenho de componentes dos sistemas de aquecimento industrial são baseados no uso exclusivo de peças especificadas pela Pentair Thermal Management. Não use peças de reposição alternativas ou fita isolante de vinil.
- Os fios condutores entrarão em curto se entrarem em contato. Mantenha os fios condutores separados.
- Os componentes e as pontas dos cabos devem ser mantidos secos antes e durante a instalação.
- O núcleo e as fibras do cabo aquecedor preto são condutivos e podem entrar em curto. Devem ser isolados adequadamente e ser mantidos secos.
- Fios condutores danificados podem superaquecer ou entrar em curto. Não quebre os fios condutores ao preparar o cabo para ligação.
- O cabo aquecedor danificado pode causar arco voltaico ou incêndio. Não use fixações metálicas, como abraçadeiras para tubos ou fios. Use somente fitas isolantes e abraçadeiras aprovadas pela Raychem para fixar o cabo no tubo.
- Não tente reparar ou energizar cabos danificados. Remova os cabos danificados imediatamente e substitua-os por cabos com um novo comprimento usando o kit de ligação apropriado da Raychem. Substitua os componentes danificados.
- A reutilização de tampões isolantes ou o uso de tampão isolante errado pode causar vazamentos, rachaduras em componentes, choque elétrico ou incêndio. Certifique-se de que o tipo de tampão isolante é correto para o cabo aquecedor sendo instalado. Use um novo tampão isolante sempre que o cabo for puxado para fora do componente.
- Use somente um isolamento resistente ao fogo compatível com a aplicação e a temperatura máxima de exposição do sistema a ser aquecido.
- Para evitar incêndio ou explosão em locais perigosos, certifique-se de que a temperatura máxima da capa do cabo aquecedor esteja abaixo da temperatura de combustão espontânea dos gases na área. Para obter mais informações, consulte a documentação do projeto.
- As Fichas de Informações sobre Produtos Químicos (FISPQs) estão disponíveis on-line em www.pentairthermal.com.

Conteúdo

1	Informações gerais	1
	1.1 Uso do manual	1
	1.2 Diretrizes de segurança	1
	1.3 Códigos elétricos	1
	1.4 Garantia e aprovações	2
	1.5 Notas gerais de instalação	2

2	Seleção de cabo aquecedor	3
----------	---------------------------	---

3	Instalação do cabo aquecedor	4
	3.1 Armazenamento de cabos aquecedores	4
	3.2 Verificações antes da instalação	4
	3.3 Instalação	5

4	Componentes do cabo aquecedor	16
	4.1 Informações gerais sobre componentes	16

5	Controle e monitoração	19
----------	------------------------	----

6	Isolamento térmico	21
	6.1 Verificações antes do isolamento	21
	6.2 Dicas de instalação de isolamento	21
	6.3 Marcação	21
	6.4 Teste após o isolamento	21

7	Alimentação de potência e proteção elétrica	22
	7.1 Especificação de tensão	22
	7.2 Carga elétrica	22
	7.3 Proteção contra fuga à terra	22

8	Comissionamento e manutenção preventiva	23
	8.1 Testes	23
	8.2 Manutenção preventiva	24

9	Procedimentos de teste	25
	9.1 Inspeção visual	25
	9.2 Teste de resistência do isolamento (Megger)	25
	9.3 Verificação de potência	28
	9.4 Fault Location Tests	29

10	Guia de identificação e solução de problemas	34
-----------	--	----

11	Registros de instalação e de inspeção	36
-----------	---------------------------------------	----

1

Informações gerais

1.1 Uso do manual

Este manual de instalação e manutenção destina-se aos sistemas de aquecimento industrial autorreguláveis e com limitação de potência da Raychem somente em tubos e vasos com isolamento térmico. Isto inclui os cabos aquecedores Raychem modelos BTV, HBTV, QTVR, HQT, XTV, HXTV, KTV, VPL e os componentes apropriados da Raychem.

Para obter informações sobre outras aplicações, assistência em projetos ou assistência técnica, consulte o representante da Pentair Thermal Management ou a Pentair Thermal Management diretamente.

Pentair Thermal Management

7433 Harwin Drive

Houston, TX 77036

EUA

Tel: +1.800.545.6258

Tel: +1.650.216.1526

Fax: +1.800.527.5703

Fax: +1.650.474.7711

thermal.info@pentair.com

www.pentairthermal.com




Importante: Para a aplicação da garantia da Pentair Thermal Management e das aprovações de agências, é necessário seguir as instruções incluídas neste manual e dos pacotes de produtos.

1.2 Diretrizes de segurança

A segurança e a confiabilidade de qualquer sistema de aquecimento industrial depende de projeto, instalação e manutenção apropriados. O manuseio, instalação ou manutenção impróprios de quaisquer componentes do sistema pode causar subaquecimento ou superaquecimento do tubo ou danos ao sistema do cabo aquecedor e pode resultar em falha do sistema, choque elétrico ou incêndio.

Preste atenção especial ao seguinte:

- As instruções importantes estão marcadas como  **Importante**

- Os avisos estão marcados como  **AVISO**

1.3 Códigos elétricos

As seções 427 (tubulações e vasos) e 500 (localizações classificadas) do Código Elétrico Nacional (NEC), e a Parte 1 do Código Elétrico Canadense, seções 18 (localizações

1

Informações gerais

perigosas) e 62 (espaço elétrico fixo e aquecimento superficial), governam a instalação de sistemas de traceamento elétrico. Todas as instalações de sistemas de aquecimento elétrico industrial devem estar em conformidade com esses e quaisquer outros códigos nacionais ou locais aplicáveis.

1.4 Garantia e aprovações

Os cabos aquecedores e componentes da Raychem são aprovados para uso em locais perigosos e não-perigosos. Consulte as fichas de dados de produto específicas para obter detalhes.

1.5 Notas gerais de instalação

Essas notas são fornecidas para auxiliar o instalador durante todo o processo de instalação e deverão ser examinadas antes de iniciar a instalação.

- Leia todas as fichas de instrução para se familiarizar com os produtos.
- Selecione o tipo do cabo de aquecimento e a especificação de acordo com o Guia de projeto e seleção de produto industrial (literatura da Pentair Thermal Management nº H56550) ou o software TraceCalc Pro, ou o site de software de projetos na Web.
- Certifique-se de que todos os tubos, tanques, etc., tenham sido fornecidos pelo cliente para traceamento antes da instalação dos cabos aquecedores.
- Normalmente, os cabos aquecedores são instalados nas posições de 4 e 8 horas em um tubo.
- Todos os tubos, tanques, vasos e equipamentos com traceamento térmico devem ter isolamento térmico.
- Não instale cabos aquecedores em equipamentos que operem acima da temperatura máxima nominal do cabo aquecedor.
- O raio mínimo de curvatura para cabos com limitação de potência modelo VPL é de 19 mm (3/4 pol.). O raio mínimo de curvatura para cabos autorreguláveis é de 13 mm (1/2 pol.).
- Nunca instale cabos aquecedores sobre juntas de expansão sem deixar uma folga no cabo.
- Não energizar o cabo quando ele estiver enrolado ou no carretel.
- Nunca use abraçadeiras metálicas para tubos ou para fios para fixar cabos aquecedores.
- A temperatura mínima para instalação de cabos aquecedores é -40°C (-40°F).

2

Seleção de cabo aquecedor

Verifique a especificação do projeto para certificar-se de instalar o cabo aquecedor apropriado em cada tubo ou vaso. Consulte o Guia de projeto e seleção de produto industrial, o TraceCalc Pro ou o site da Pentair Thermal Management na Web, www.pentairthermal.com, para selecionar o cabo aquecedor apropriado para a sua aplicação.

3

Instalação do cabo aquecedor

3.1 Armazenamento de cabos aquecedores

- Armazene o cabo aquecedor em um local limpo e seco. Intervalo de temperatura: -40°C (-40°F) a 60°C (140°F).
- Proteja o cabo aquecedor contra danos mecânicos.

3.2 Verificações antes da instalação

Verifique os materiais recebidos:

- Examine o projeto do cabo aquecedor e compare a lista de materiais com os números de catálogo dos cabos aquecedores e dos componentes recebidos para confirmar que os materiais apropriados se encontram no local. O tipo e a tensão do cabo aquecedor são impressos em sua capa.
- Certifique-se de que a especificação de tensão do cabo aquecedor seja adequada para a tensão de serviço disponível.
- Inspeccione o cabo aquecedor e os componentes em relação a danos sofridos durante o transporte.
- Certifique-se de que não haja furos nas capas do cabo aquecedor efetuando o teste de resistência do isolamento (consulte a seção 9) em cada carretel de cabo.

Verifique a tubulação a ser aquecida:

- Certifique-se de que todos os testes mecânicos do tubo (por exemplo, teste/purga hidrostática) estejam concluídos e que o sistema tenha sido liberado pelo cliente para o traceamento.
- Caminhe pelo sistema e planeje a orientação do cabo aquecedor no tubo.
- Inspeccione a tubulação em relação a rebarbas, superfícies ásperas ou bordas cortantes. Remova-as se necessário.
- Certifique-se de que todos os revestimentos superficiais estejam secos ao toque.

3

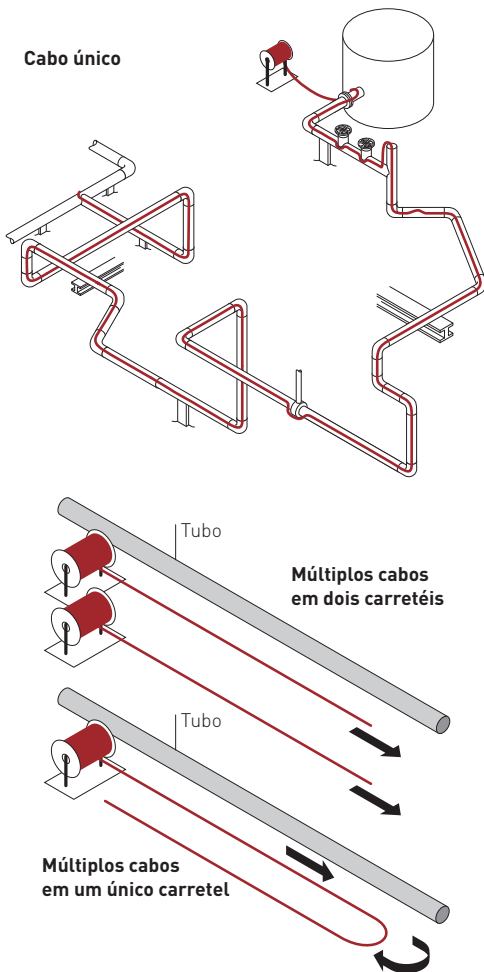
Instalação do cabo aquecedor

3.3

Instalação

Assentamento do cabo

Assente o cabo aquecedor, amarrando-o frouxamente ao longo do tubo, certificando-se de que o cabo sempre fique perto do tubo ao atravessar obstáculos. Se o cabo estiver do lado errado de um obstáculo, como um tubo transversal ou uma viga, você deverá reinstalá-lo ou cortá-lo e ligá-lo.



3

Instalação do cabo aquecedor

DICAS DE ASSENTAMENTO DO CABO AQUECEDOR:

- Use um porta-carretel que assente suavemente com pouca tensão. Se o cabo aquecedor esbarrar em um obstáculo, pare de puxar.
- Mantenha o cabo aquecedor amarrado frouxamente, mas perto do tubo sendo traceado para evitar interferência com suportes e equipamentos.
- Podem ser usadas marcas de metragem no cabo aquecedor para determinar o comprimento do aquecedor.
- Proteja todas as pontas do cabo aquecedor contra umidade, contaminação e danos mecânicos.

QUANDO ASSENTAR O CABO AQUECEDOR, EVITE:

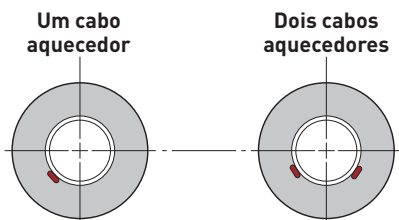
- Bordas cortantes
- Força de tração excessiva ou puxões
- Entortar e esmagar
- Caminhar sobre o cabo ou passar sobre o mesmo com equipamentos



AVISO: Risco de incêndio e choque. Não instale cabos danificados. Os componentes e as pontas dos cabos devem ser mantidos secos antes e durante a instalação.

Posicionamento de cabos aquecedores

Se possível, posicione o cabo aquecedor na seção inferior do tubo, nas posições de 4 e 8 horas, como mostrado abaixo, para protegê-lo contra danos.



FITAS DE FIXAÇÃO

Use uma das seguintes fitas de fixação da Raychem para fixar o cabo aquecedor no tubo: Fita de fibra de vidro GT-66 ou GS-54, ou fita de alumínio AT-180.

3

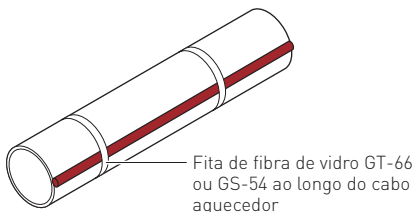
Instalação do cabo aquecedor

Fita de fibra de vidro GT-66

- Fita de uso geral para instalação a 5°C (40°F) e acima

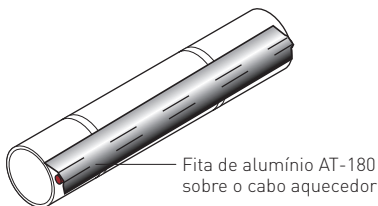
Fita de fibra de vidro GS-54

- Fita para aplicações especiais para tubos de aço inoxidável
- Para instalações a -40°C (-40°F) e acima



Fita de alumínio AT-180

- Fita de transferência térmica para tubos plásticos, carcaças de bomba e equipamentos com formas irregulares
- Instale acima de 0°C (32°F)
- Aplique a fita longitudinalmente sobre o cabo aquecedor conforme requerido pelo projeto

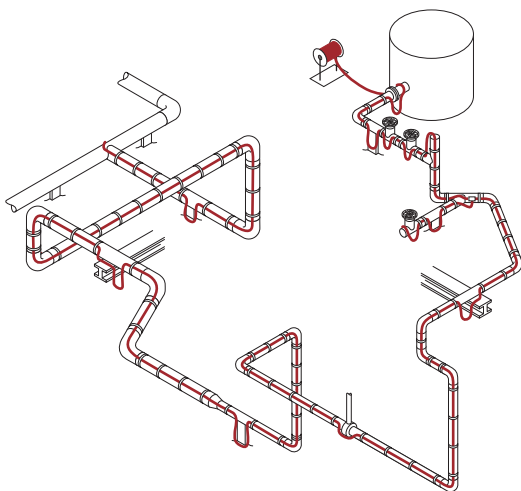


AVISO: Risco de incêndio e choque. Não use fixações metálicas, como abraçadeiras para tubos ou fios. Não use fita isolante de vinil ou fita de vedação. Use somente fitas aprovadas pela Raychem.

3

Instalação do cabo aquecedor

FIXAÇÃO DO CABO AQUECEDOR



Começando pelo terminal oposto ao carretel, aplique a fita no cabo aquecedor no tubo a cada 30 cm (1 pé), como mostrado na figura acima. Se for usada fita de alumínio, aplique-a sobre o comprimento inteiro do cabo aquecedor após o cabo ser fixado com fita de fibra de vidro. Trabalhe na direção do carretel. Deixe um comprimento extra de cabo aquecedor na conexão de potência, em todos os lados de ligações e "T" e no terminal final, para permitir serviços no futuro.

Deixe um laço de cabo extra para cada dissipador de calor, como suportes de tubo, válvulas, flanges e instrumentos, como detalhado pelo projeto. Consulte "Exemplos típicos de instalação" na página 12 para a fixação de cabos aquecedores em dissipadores de calor.

Instale os componentes do cabo aquecedor imediatamente após a fixação do cabo aquecedor. Se a instalação imediata não for possível, proteja as pontas do cabo aquecedor contra umidade.

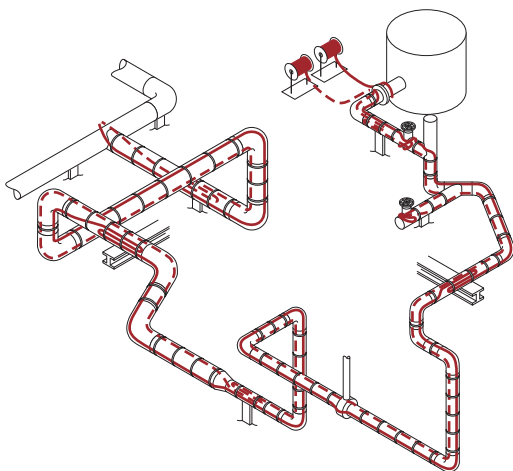
3

Instalação do cabo aquecedor

MÚLTIPLOS CABOS E ESPIRAIS

Há duas situações nas quais múltiplas passagens de cabos aquecedores podem ser necessárias:

- **Passagem redundantes de traceamento térmico** são usadas em situações nas quais é necessária uma reserva. Cada passagem deverá ser instalada de acordo com as especificações do projeto.
- **Passagens duplas ou múltiplas de traceamento térmico** são usadas quando uma única passagem de traceamento térmico não pode compensar grandes perdas térmicas. Passagens duplas de traceamento térmico devem ter um cabo aquecedor extra instalado nos dissipadores de calor, como indicado no projeto. É recomendável alimentar o cabo aquecedor extra nos dissipadores de calor de maneira alternativa a ambas as passagens para balancear ambas as extensões de circuito.

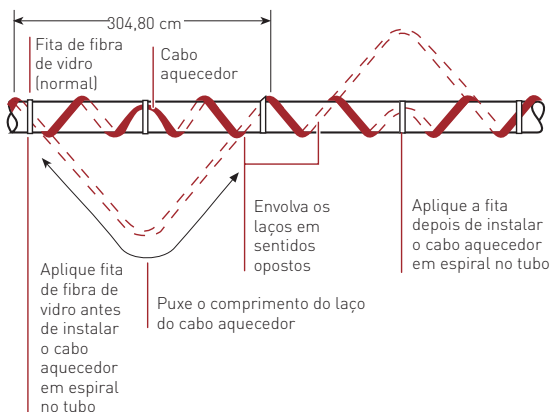


TRACEAMENTO ESPIRAL

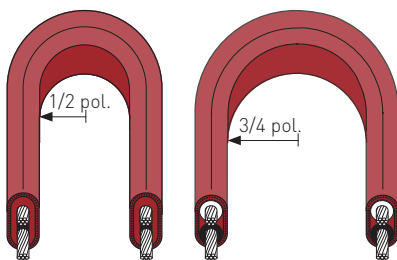
Quando o projeto requer instalação em espiral, comece suspendendo um laço a cada 3 m (10 pés) de seção do tubo. Para determinar o comprimento do laço, obtenha um fator de espiral no projeto e multiplique-o por 10. Por exemplo, se for exigido o fator de espiral de 1,3, deixe um laço de 3,9 m (13 pés) de cabo aquecedor a cada 3 m (10 pés) de seção de tubo. Fixe o laço no tubo a cada intervalo usando a fita de fixação apropriada da Raychem.

3

Instalação do cabo aquecedor



CURVAMENTO DO CABO



Raio de curvatura mínimo para cabo autorregulável

Raio de curvatura mínimo para cabo com limitação de potência

Quando posicionar o cabo aquecedor no tubo, não curve mais de 1,27 cm (1/2 pol.) para cabos autorreguláveis e 1,9 cm (3/4 pol.) para cabos com limitação de potência.

3

Instalação do cabo aquecedor

O cabo aquecedor não se curva facilmente em um plano liso. Não force tal curvatura, porque o cabo aquecedor pode sofrer danos.

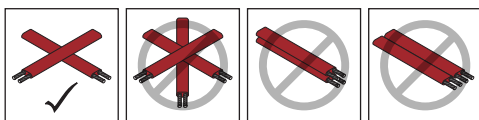


CRUZAMENTO DO CABO

Cabos autorreguláveis, BTV, HBTV, QTVR, HQTV, XTV, HXTV, KTV permitem múltiplas sobreposições do cabo aquecedor.

Cabos com limitação de potência, VPL, permitem uma única sobreposição do cabo aquecedor por zona.

SOMENTE PARA CABO AQUECEDOR VPL:



CORTE DO CABO

Corte o cabo aquecedor no comprimento desejado após fixá-lo no tubo.

O cabo aquecedor pode ser cortado no comprimento sem afetar a saída de calor por metro.

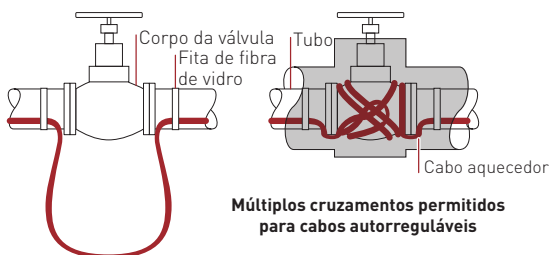
3

Instalação do cabo aquecedor

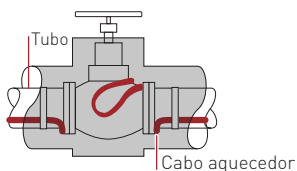
Exemplos típicos de instalação

Envolva as conexões do tubo, os equipamentos e os suportes como mostrado nos exemplos a seguir para compensar de maneira apropriada uma maior perda térmica nos dissipadores de calor e para permitir acesso fácil para manutenção. A quantidade exata de cabo aquecedor necessário é determinada no projeto.

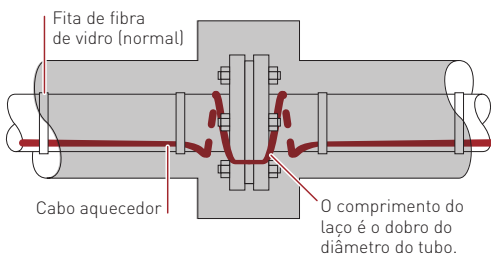
VÁLVULA



Nota: O comprimento do laço do cabo varia conforme a perda térmica.



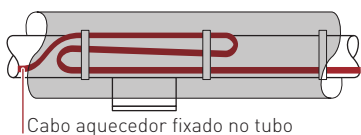
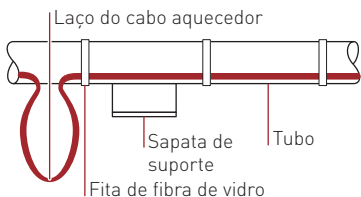
FLANGE



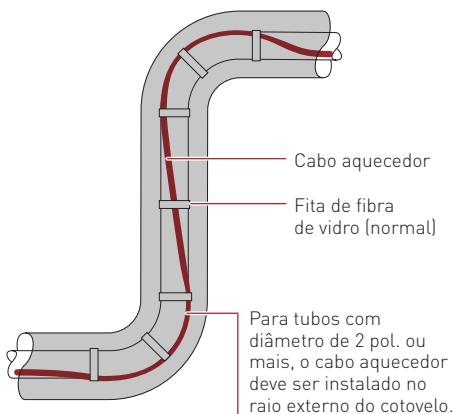
3

Instalação do cabo aquecedor

SAPATA DE SUPORTE DO TUBO



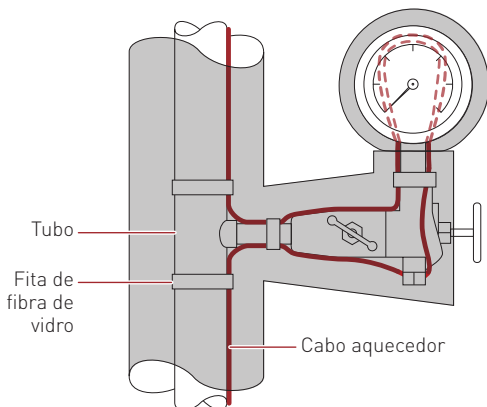
COTOVELO



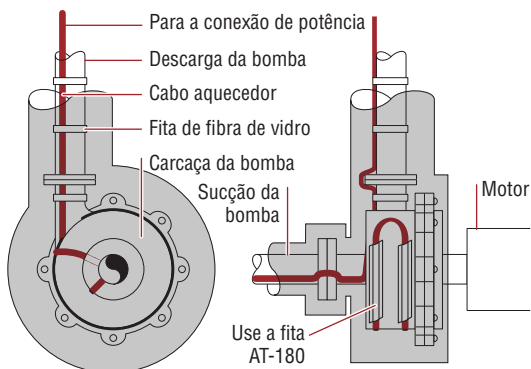
3

Instalação do cabo aquecedor

MANÔMETRO



BOMBA CENTRÍFUGA COM CARÇAÇA DIVIDIDA

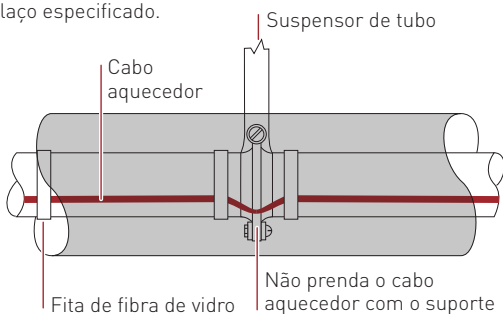
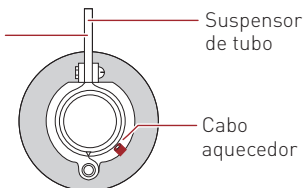


3

Instalação do cabo aquecedor

SUSPENSOR DE TUBO

Não é necessário cabo aquecedor adicional para suspensores de tubo; caso seja exigido na especificação do projeto, use o comprimento de laço especificado.



4

Componentes do cabo aquecedor

4.1 Informações gerais sobre componentes

Os componentes da Raychem devem ser usados com os cabos aquecedores autorreguláveis e com limitação de potência da Raychem. Um circuito completo requer uma conexão de potência e um terminal final. As ligações e os "T" são usados conforme necessário.

Use o Guia de projeto e seleção de produto industrial ou o TraceCalc Pro para selecionar os componentes apropriados.

As instruções de instalação estão incluídas com o kit do componente. É necessário seguir os passos para a preparação do cabo aquecedor e a conexão com os componentes.

Os cabos aquecedores autorreguláveis e com limitação de potência da Raychem têm projeto de circuitos em paralelo. Não entrelace os condutores juntos, pois isto causará um curto-circuito.

Dicas de instalação de componentes

- Os kits de conexão devem ser montados no topo do tubo quando for prático. O conduíte elétrico que leva aos kits de conexão de potência devem ter drenos no ponto inferior para evitar o acúmulo de condensação no conduíte. Todas as conexões do cabo aquecedor devem ser montadas acima do nível da grade.
- Adaptadores especiais estão disponíveis para montagem em tubos pequenos. Certifique-se de usar esses adaptadores ao instalar cabos em tubos com diâmetro externo de 2,54 cm (1 pol.) ou menos
- Certifique-se de deixar um laço de serviço em todos os componentes para manutenção futura, exceto quando fluidos sensíveis à temperatura estiverem envolvidos, ou quando o tubo for inferior a 2,54 cm (1 pol.).
- Localize as caixas de ligação para facilitar o acesso, mas não onde possam ser expostas a danos mecânicos.
- Os cabos aquecedores devem ser instalados sobre, não sob, abraçadeiras para tubos usadas para fixar componentes.
- Para os modelos VPL, corte o cabo 12 pol. (30 cm) do último nó ativo (reentrância) para certificar-se de usar uma zona inativa para a entrada do componente. Consulte as instruções de instalação do componente.

4

Componentes do cabo aquecedor

- Todas as conexões de potência, as ligações, os "T" e os terminais finais em uma localização de Divisão 1 devem usar o kit de conexão HAK-C-100 e um HAK-JB3-100, ou uma caixa de ligação de Divisão 1 aprovada por um laboratório de testes reconhecido nacionalmente.

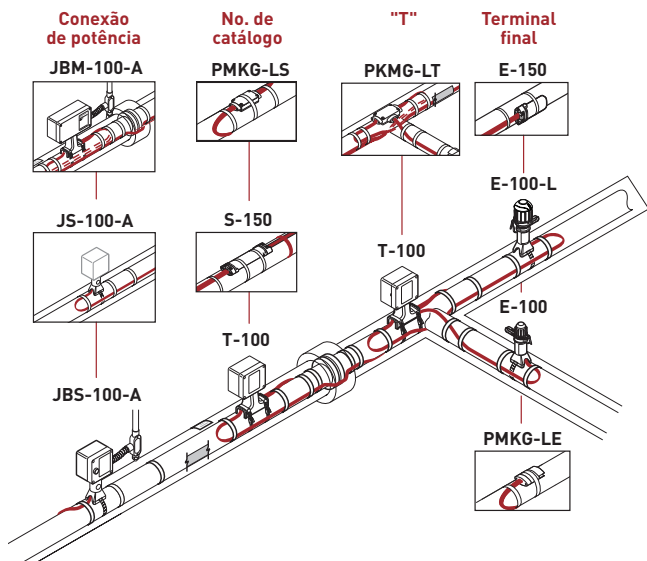


AVISO: O núcleo e as fibras do cabo aquecedor preto são eletricamente condutivos e podem entrar em curto. Devem ser isolados adequadamente e ser mantidos secos. Fios de barramento danificados podem superaquecer ou entrar em curto. Não quebre os fios de barramento ao desencapar o cabo aquecedor.

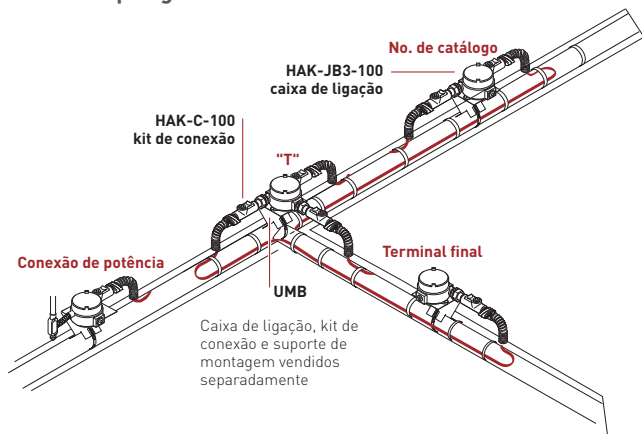
4

Componentes do cabo aquecedor

Componentes da Raychem para localizações não-perigosas e perigosas CID2 e Zona 1



Componentes da Raychem para localizações perigosas CID1



AVISO: Risco de incêndio e choque. Devem ser usados componentes especificados com a marca Raychem. Não use peças de reposição alternativas ou fita isolante de vinil.

5

Controle e monitoração

Os produtos de controle e monitoração Pentair Thermal Management DigiTrace são projetados para uso com sistemas de aquecimento industrial autorreguláveis e com limitação de potência. Estão disponíveis termostatos, controladores e sistemas de controle e monitoração. Compare as características desses produtos na tabela abaixo. Para obter informações adicionais sobre cada produto, consulte o Guia de projeto e seleção de produto industrial ou consulte o representante da Pentair Thermal Management.

Consulte as instruções de instalação fornecidas com os produtos de controle e monitoração. Os sistemas de controle e monitoração podem exigir instalação por electricista certificado.

Produtos de controle e monitoração da Pentair Thermal Management

	Termostatos		Controladores				
	AMC-F5	AMC-1B	DigiTrace Series ^{1, 2}				
	AMC-F5	AMC-2B-2	910	920	200N	T2000	NGC-30
	AMC-1A	E507S-LS					
	AMC-1H	E507S-2LS-2					
		Raystat-EX-03-A					
Controle							
Sensível ao ambiente	■		●	●	●	●	●
Sensível à alimentação		■	●	●	●	●	●
PASC			●	●	●	●	●
Monitoração							
Temperatura ambiente			●	●	●	●	●
Temperatura do tubo			●	●	●	●	●
Fuga à terra			●	●	●	●	●
Continuidade ³					●		●
Corrente			●	●	●	●	●
Localização							
Local	■	■	●	●		●	●
Remota			●	●	●	●	●
Risco	AMC-1H	E507S	●	●		●	●

5

Controle e monitoração

Produtos de controle e monitoração da Pentair Thermal Management

Termostatos	Controladores				
	AMC-F5				
	AMC-1B				
	AMC-2B-2				
AMC-F5	E507S-LS	DigiTrace Series ^{1, 2}			
AMC-1A	E507S-2LS-2	910	920	200N	T2000
AMC-1H	Raystat-EX-03-A				NGC-30
Comunicações					
Display local		●	●	●	●
Display remoto		●	●	●	●
Rede com DCS		●	●	●	●

- Os controladores DigiTrace usados em áreas CID1 requerem o uso de caixas de proteção ou sistemas de purga Z apropriados para áreas perigosas.
- O modelo VPL de 480 V deve usar somente controladores DigiTrace 920, 200N, T2000 ou NGC-30.
- A monitoração de continuidade é suportada ao implementar a tecnologia PLI (interface de portador de linha de energia elétrica)

6

Isolamento térmico

6.1 Verificações antes do isolamento

Inspeccione visualmente o cabo aquecedor e os componentes em relação a instalação correta e danos. Os cabos danificados deverão ser substituídos.

Execute o teste de resistência do isolamento, conhecido como teste Megger (consulte a seção 9), antes de cobrir o tubo com o isolamento térmico.

6.2 Dicas de instalação de isolamento

- O isolamento deve ser instalado adequadamente e mantido seco.
- Verifique o tipo e a espessura do isolamento em relação às especificações do projeto.
- Para minimizar danos potenciais ao cabo aquecedor, isole-o o mais rápido possível após o traceamento.
- Certifique-se de que as conexões do tubo, as penetrações das paredes e outras áreas irregulares tenham sido completamente isoladas.
- Quando instalar o revestimento, certifique-se de que furos, parafusos e bordas cortantes não danifiquem o cabo aquecedor.
- Para impermeabilizar o isolamento, vede ao redor de todos os suportes que se estendem pelo revestimento. Verifique ao redor das hastes das válvulas, suportes e capilares dos termostatos.

6.3 Marcação

Aplique etiquetas com o texto "traceamento elétrico" na parte externa do revestimento a intervalos de 3 m (10 pés) em lados alternados para indicar a presença de cabos elétricos.

Outras etiquetas que identificam a localização de ligações, "T" e conexões do terminal instaladas embaixo do isolamento térmico são fornecidas com esses componentes e também devem ser usadas.

6.4 Teste após o isolamento

Após concluir o isolamento, execute um teste de resistência do isolamento em cada circuito para confirmar que o cabo não foi danificado (consulte a seção 9).



AVISO: Use somente isolamento resistente ao fogo, como fibra de vidro, lã mineral ou silicato de cálcio.

7

Alimentação de potência e proteção elétrica

7.1 Especificação de tensão

Certifique-se de que a tensão da alimentação corresponda à especificação do cabo aquecedor impressa na capa do cabo e àquela especificada pelo projeto.

7.2 Carga elétrica

Dispositivos de sobrecorrente são selecionados de acordo com o tipo do cabo aquecedor, a tensão da alimentação e o comprimento do circuito para permitir a inicialização nas temperaturas ambientes projetadas. O projeto especifica a dimensão e o tipo de dispositivo de sobrecorrente.

7.3 Proteção contra fuga à terra

Se o cabo aquecedor for instalado incorretamente ou se estiver fisicamente danificado ao ponto de a água entrar em contato com os fios do barramento, poderão ocorrer arco voltaico prolongado ou incêndio. Se ocorrer arco voltaico, a corrente de falha poderá ser baixa demais para abrir disjuntores convencionais.

A Pentair Thermal Management, o Código Elétrico Nacional dos EUA e o Código Elétrico Canadense requerem proteção contra fuga à terra de equipamentos e uma cobertura metálica aterrada em todos os cabos aquecedores.

Todos os produtos da Raychem atendem os requisitos de cobertura metálica. Seguem-se alguns disjuntores de fuga à terra que satisfazem este requisito de proteção de equipamentos: Dispositivo de proteção contra fuga à terra tipo Square D EHB-EPD (277 VCA), Cutler Hammer (Westinghouse) tipo QBGFEF.

O modelo VPL de 480 V deve usar somente controladores DigiTrace 920, 200N, T2000 ou NGC-30, que proporcionam proteção contra fuga à terra a 480 V.



AVISO: Para minimizar o perigo de incêndio causado por arco voltaico, caso o cabo aquecedor seja danificado ou instalado incorretamente, e cumprir com os requisitos da Pentair Thermal Management, das certificações de agências regulamentadoras e dos códigos elétricos nacionais, deverão ser usados equipamentos de proteção contra fuga à terra em cada circuito derivado de cabo aquecedor. Arcos voltaicos não podem ser interrompidos por meio de disjuntores convencionais.



AVISO: Desconecte toda a potência antes de fazer conexões para o cabo aquecedor.

8

Comissionamento e manutenção preventiva

A Pentair Thermal Management requer a realização de uma série de testes no sistema de aquecimento industrial após o comissionamento. Esses testes também são recomendados a intervalos regulares para manutenção preventiva. Os resultados devem ser registrados e mantidos por toda a vida útil do sistema, utilizando o "Registro de instalação e inspeção" (consulte a seção 11).

8.1 Testes

Abaixo encontra-se uma breve descrição de cada teste. Os procedimentos detalhados de teste encontram-se na seção 9.

Inspeção visual

Inspeccione visualmente o tubo, o isolamento e as conexões do cabo aquecedor em relação a danos físicos. Certifique-se de que não haja umidade presente, que as conexões elétricas estejam firmes e aterradas, que o isolamento esteja seco e vedado, e que os sistemas de controle e monitoração estejam operacionais e ajustados corretamente. Os cabos aquecedores danificados deverão ser substituídos.

Resistência do isolamento

O teste de resistência do isolamento (IR) é usado para verificar a integridade das capas interna e externa do cabo aquecedor. O teste IR é semelhante ao teste de pressão de um tubo e detecta se há um furo na capa. O teste IR também pode ser usado para isolar os danos em uma passagem individual de cabo aquecedor. A localização de falhas pode ser usada para aprofundar a localização de danos.

Verificação de potência

A potência do cabo aquecedor por metro (pé) é calculada dividindo-se o total de Watt pelo comprimento total de um circuito. A corrente, a tensão, a temperatura operacional e o comprimento devem ser conhecidos. O comprimento do circuito pode ser determinado a partir dos desenhos "como construído", das marcas de medida no cabo ou de teste de capacitância.

$$\text{Potência (w/pés ou m)} = \frac{\text{Volts (VCA)} \times \text{Corrente (A)}}{\text{Comprimento (pé ou m)}}$$

Os Watts por metro (pé) podem ser comparados à saída do cabo aquecedor indicada na ficha de dados do produto à temperatura operacional. Isto fornece uma boa indicação de desempenho do cabo aquecedor.

Teste de fuga à terra

Teste todos os disjuntores de fuga à terra de acordo com as instruções do fabricante.

8

Comissionamento e manutenção preventiva

8.2 Manutenção preventiva

A manutenção recomendada para os sistemas de aquecimento industrial da Pentair Thermal Management consiste em realizar os testes do comissionamento de maneira regular. Os procedimentos para esses testes são descritos na seção 9. Os sistemas deverão ser verificados antes de cada inverno.

Se o sistema de aquecimento industrial falhar em quaisquer dos testes, consulte a seção 10 para obter assistência na identificação e solução de problemas. Faça os reparos necessários e substitua todos os cabos danificados imediatamente.

Desenergize todos os circuitos que possam ser afetados pela manutenção.

Proteja o cabo aquecedor aquecedor contra danos mecânicos ou térmicos durante o trabalho de manutenção.

Os métodos recomendados de instalação dos cabos permitem um cabo adicional em todos os suportes de tubo (como válvulas, bombas e manômetros) que possam exigir trabalho de manutenção.

Registros de manutenção

O "Registro de instalação e inspeção" (consulte a seção 11) deverá ser preenchido durante todos os trabalhos de manutenção e reparação, e mantidos para referência futura.

Reparações

Use somente cabos e componentes da Raychem quando substituir qualquer cabo aquecedor danificado. Recoloque o isolamento térmico de acordo com a condição original ou substitua-o com um novo isolamento, se danificado.

Teste o sistema novamente após reparações.



AVISO: Danos nos cabos ou nos componentes podem causar arco voltaico prolongado ou incêndio. Não tente reparar cabos aquecedores danificados. Não energize os cabos que tenham sido danificados por incêndio. Substitua os cabos danificados imediatamente, removendo a seção danificada inteira e ligando-a com um novo comprimento, usando os kits de ligação apropriados da Raychem. Não reutilize tampões isolantes. Use novos tampões isolantes sempre que o cabo aquecedor for puxado para fora dos componentes.

9

Procedimentos de teste

9.1 Inspeção visual

- Verifique dentro dos componentes do cabo aquecedor a instalação correta, superaquecimento, corrosão, umidade e conexões soltas.
- Verifique as conexões elétricas para certificar-se de que os fios do terra e os fios do barramento estejam isolados em todo o seu comprimento.
- Verifique se o isolamento térmico está molhado ou danificado ou se os revestimentos e a impermeabilização estão danificados, faltando ou rachados.
- Certifique-se de que os terminais finais, as ligações e os "T" estejam etiquetados corretamente no revestimento de isolamento.
- Verifique o sistema de controle e monitoração em relação a umidade, corrosão, ponto de ajuste, operação de interruptores e danos nos capilares.

9.2 Teste de resistência do isolamento (Megger)

Frequência

O teste da resistência do isolamento é recomendado em cinco estágios durante o processo de instalação e como parte de uma manutenção programada normal.

- Antes de instalar o cabo
- Antes de instalar componentes
- Antes de instalar o isolamento térmico
- Depois de instalar o isolamento térmico
- Antes da primeira inicialização (comissionamento)
- Como parte da inspeção regular do sistema
- Após qualquer trabalho de manutenção ou reparação

Procedimento

O teste da resistência do isolamento (usando a megaohmímetro) deverá ser efetuado com três voltagens; 500, 1.000 e 2.500 VCC. Problemas significativos poderão não ser detectados se o teste for feito somente com 500 e 1.000 V.

Primeiro meça a resistência entre os fios do barramento do cabo aquecedor e a blindagem (Teste A); em seguida, meça a resistência do isolamento entre a blindagem e o tubo metálico (Teste B). Não permita que os condutores do teste toquem a caixa de ligação, o que poderá causar leituras imprecisas.

1. Desenergize o circuito.

9

Procedimentos de teste

2. Desconecte o termostato ou o controlador se estiverem instalados.
3. Desconecte os fios do barramento do bloco de terminais, se instalado.
4. Ajuste a tensão do teste em 0 VCC.
5. Conecte o fio negativo (-) na blindagem metálica do cabo aquecedor.
6. Conecte o fio positivo (+) em ambos os fios do barramento do cabo aquecedor simultaneamente.
7. Ligue o megaohmímetro e defina a tensão para 500 VCC; aplique a tensão por 1 minuto. A agulha do medidor deverá parar de se mover. Uma deflexão rápida indicará um curto. Registre o valor da resistência do isolamento no Registro de inspeção.
8. Repita os passos de 4 a 7 com 1.000 e 2.500 VCC.
9. Desligue o megaohmímetro.
10. Se o megaohmímetro não se autodescarregar, descarregue a conexão da fase no terra com uma haste de aterramento adequada. Desconecte o megaohmímetro.
11. Repita este teste entre a blindagem e o tubo.
12. Reconecte os fios do barramento no bloco de terminais.
13. Reconecte o termostato.



Importante: Os procedimentos de verificação e de manutenção regular do sistema exigem que o teste da resistência do isolamento seja realizado no painel de distribuição, a menos que um sistema de controle e monitoração esteja em uso. Se nenhum sistema de controle estiver sendo usado, remova os fios de alimentação de potência do disjuntor e continue como se estivesse testando os fios do barramento do cabo aquecedor. Se estiver em uso um sistema de controle e monitoração, remova os equipamentos de controle do circuito e efetue o teste diretamente no cabo aquecedor.



AVISO: Há risco de incêndio em localizações perigosas. O teste de resistência do isolamento pode produzir faúlhas. Certifique-se de que não haja vapores inflamáveis na área antes de realizar este teste.

9

Procedimentos de teste

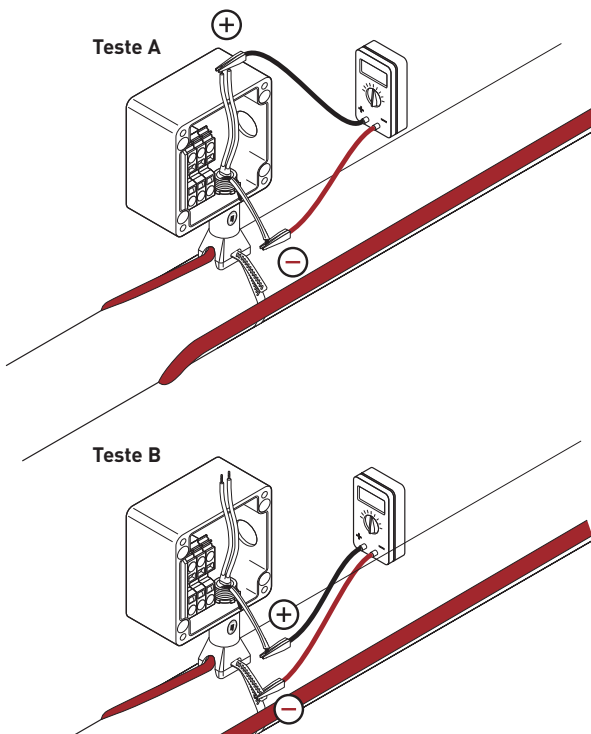
Critérios de resistência do isolamento

Um circuito limpo e seco, instalado corretamente, deverá medir milhares de megaohm, independentemente do comprimento do cabo aquecedor ou da tensão da medição (0 a 2500 VCC). Os critérios a seguir são fornecidos para auxiliar na determinação da aceitabilidade de uma instalação na qual podem não se aplicar condições ideais.

Todos os valores de resistência do isolamento deverão ser superiores a 1000 megaohm. Se a leitura for inferior, consulte a seção 10, Guia de identificação e solução de problemas.



Importante: os valores da resistência de isolamento para os Testes A e B, de qualquer circuito particular, não deverão variar mais de 25% como uma função de tensão de medição. Variações maiores podem indicar um problema com o seu sistema de aquecimento industrial; confirme a instalação correta e/ou entre em contato com a Pentair Thermal Management para obter assistência.



9.3 Verificação de potência

A saída de potência de cabos autorreguláveis e com limitação de potência é sensível à temperatura e requer o seguinte procedimento especial para determinar seu valor.

1. Alimente o cabo aquecedor e deixe-o se estabilizar por 10 minutos e, em seguida, meça a corrente e a tensão na caixa de ligação. Se for utilizado um termostato ou um controlador, consulte os detalhes abaixo.
2. Verifique a temperatura do tubo debaixo do isolamento térmico em vários locais.
3. Calcule a potência (W/m) do cabo aquecedor multiplicando a corrente pela tensão de entrada e dividindo pelo comprimento efetivo do circuito.

$$\text{Potência (w/pés ou m)} = \frac{\text{Volts (VCA)} \times \text{Corrente (A)}}{\text{Comprimento (pé ou m)}}$$

Sistemas controlados sensíveis ao ambiente

Se a temperatura ambiente efetiva for superior à configuração desejada do termostato, aumente a configuração do termostato o suficiente para ligar o sistema ou (em alguns modelos) ajuste manualmente a chave seletora até a posição ON (ligado).

- Ligue o disjuntor principal.
- Ligue os disjuntores dos circuitos derivados.
- Após um mínimo de dez minutos, meça a tensão, a amperagem, a temperatura ambiente e a temperatura do tubo para cada circuito e registre os valores no "Registro de instalação e inspeção" (consulte a seção 11). Essas informações serão necessárias para manutenção e identificação e solução de problemas no futuro.
- Quando o sistema estiver completamente verificado, reinicialize o termostato na temperatura apropriada.

Sistemas controlados sensíveis à alimentação

Ajuste o termostato na temperatura de controle desejada ou com uma configuração elevada o suficiente para ligar o circuito caso a temperatura do tubo esteja acima da temperatura de controle.

- Ligue o disjuntor principal.
- Ligue os disjuntores dos circuitos derivados.
- Deixe o sistema alcançar o ponto de controle. Isto poderá demorar até quatro horas na maioria dos circuitos. Tubos grandes cheios com líquidos poderão demorar ainda mais.

9

Procedimentos de teste

- Meça a tensão, a amperagem e a temperatura do tubo para cada circuito e registre os valores no "Registro de instalação e inspeção" (consulte a seção 11). Essas informações serão necessárias para manutenção e identificação e solução de problemas no futuro.
- Quando o sistema estiver completamente verificado, reinicialize o termostato na temperatura apropriada.

Sistemas de controle e monitoração

Consulte as instruções de instalação fornecidas com o produto para testes e registros de comissionamento.

9.4 Testes de localização de falhas

Localização de falhas

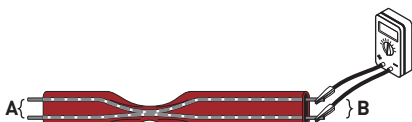
Há três métodos utilizados para encontrar uma falha dentro de uma parte do cabo aquecedor: o método de teste da relação, o método 1/R e o método de capacitância. O método da capacitância também pode ser usado para determinar o comprimento total do cabo aquecedor.

MÉTODO DO TESTE DA RELAÇÃO

a.) Para localizar curto em fio do barramento:

O método da relação usa as medições de resistência obtidas em cada terminal do cabo aquecedor para aproximar a localização de um curto em fio do barramento. Um cabo aquecedor em curto poderá causar um disjuntor aberto ou uma seção de tubo fria.

Meça a resistência do condutor de barramento a barramento no terminal frontal (medição A) e no terminal traseiro (medição B) da seção suspeita.



9

Procedimentos de teste

A localização aproximada do curto no fio do barramento, expressa como porcentagem do comprimento do cabo aquecedor a partir do terminal frontal, é:

$$\text{Localização da falha: } D = \frac{A}{A + B} \times 100$$

Exemplo: A = 1,2 ohm
B = 1,8 ohm

$$\text{Localização da falha: } D = 1,2 / (1,2 + 1,8) \times 100 = 40\%$$

A falha localiza-se 40% ao longo do circuito medido a partir do terminal frontal (A).

b.) Para localizar fuga à terra com resistência baixa:

Para localizar a fuga à terra com resistência baixa, **meça a resistência entre o barramento e a blindagem.**



A localização aproximada da falha, expressa como porcentagem do comprimento do cabo aquecedor a partir do terminal frontal, é:

$$\text{Localização da falha: } D = \frac{A}{A + B} \times 100$$

Exemplo: A = 0,6 ohm
B = 0,9 ohm

$$\text{Localização da falha: } D = 0,6 / (0,6 + 0,9) \times 100 = 40\%$$

A falha localiza-se 40% ao longo do circuito medido a partir do terminal frontal (A).

9

Procedimentos de teste

c.) Para localizar seção cortada/desligada:

Este método usa a resistência do núcleo do cabo aquecedor para aproximar a localização de uma falha quando o cabo aquecedor foi cortado/desligado e os fios do barramento não entraram em curto juntos. Um cabo cortado/desligado pode causar uma seção de tubo fria e pode não abrir o disjuntor.



Meça a resistência do cabo aquecedor de barramento a barramento no terminal frontal (medição A) e no terminal traseiro (medição B) da seção suspeita.

A localização aproximada da falha, expressa como porcentagem do comprimento do cabo aquecedor a partir do terminal frontal, é:

$$\text{Localização da falha:} \quad D = \frac{1/A}{(1/A + 1/B)} \times 100$$

Exemplo: A = 100 ohm
 B = 25 ohm

$$\text{Localização da falha:} \quad D = (1/100) / (1/100 + 1/25) \times 100 \\ = 20\%$$

A falha localiza-se 20% a partir do terminal frontal (A) do circuito.

MÉTODO DE TESTE DE CAPACITÂNCIA

Este método usa a medição da capacitância (nF) para aproximar a localização de uma falha na qual aquecedor foi cortado/desligado. Também fornece uma estimativa do comprimento total do cabo aquecedor em um circuito não cortado/não desligado. Esta leitura deve ser obtida na conexão de potência e somente funcionará quando o cabo aquecedor for aprovado no teste IR. Estas informações são usadas para calcular a saída do cabo aquecedor por metro linear ou para determinar se o comprimento máximo foi ultrapassado.

Registre a leitura da capacitância em um terminal do cabo aquecedor. A leitura da capacitância deverá ser medida entre ambos os fios do barramento entrelaçados juntos (condutor positivo) e a blindagem (condutor negativo).

Multiplique a capacitância medida com o fator de capacitância do cabo aquecedor conforme listado na tabela a seguir.

Exemplo:

20XTV2-CT	
Capacitância registrada	= 16,2 nF
Fator de capacitância	= 10,1 ft/nF
Localização da falha	= 16,2 x 10,1 nF
	= 164 pés (50 m)
	no local da leitura

Como alternativa, podem ser usados os valores da capacitância nos terminais frontal e traseiro. A relação de um valor de capacitância obtido em um terminal (A), dividido pela soma de ambos A e B (A + B) e, em seguida, multiplicado por 100, fornece a distância do primeiro terminal, expressa como porcentagem do comprimento do circuito de aquecimento.

9

Procedimentos de teste

Fatores de capacitância do cabo aquecedor

Número de catálogo do cabo	Fator de capacitância	Número de catálogo do cabo	Fator de capacitância
3BTV1-CR	7.5	15QTVR1-CT	3.3
3BTV2-CT		20QTVR1-CT	
3BTV1-CR	7.5	20QTVR2-CT	10.8
3BTV2-CT		5XTV1-CT-T3	
5BTV1-CR	7.5	5XTV2-CT-T3	11.1
5BTV2-CT		10XTV1-CT-T3	
5BTV1-CR	7.5	10XTV2-CT-T3	10.7
5BTV2-CT		15XTV1-CT-T3	
8BTV1-CR	5.5	15XTV2-CT-T3	9.9
8BTV2-CT		20XTV1-CT-T2	
8BTV1-CR	5.5	20XTV2-CT-T2	10.1
8BTV2-CT		5KTV1-CT	
10BTV1-CR	5.5	5KTV2-CT	11.1
10BTV2-CT		8KTV1-CT	
10BTV1-CR	5.5	8KTV2-CT	10.5
10BTV2-CT		15KTV1-CT	
10QTVR1-CT	4.7	15KTV2-CT	9.9
10QTVR2-CT		20KTV1-CT	
15QTVR2-CT	4.7	20KTV2-CT	10.1
		All VPL-CT	

10

Guia de identificação e solução de problemas

Sintoma

Causas prováveis

Resistência do isolamento baixa ou irregular

Incisões ou cortes no cabo aquecedor.

Curto entre a blindagem e o núcleo do cabo aquecedor ou entre a blindagem e o tubo.

Arco voltaico devido a isolamento danificado do cabo aquecedor.

Umidade presente nos componentes.

Teste os condutores tocando na caixa de ligação.

Temperatura elevada do tubo pode causar baixa leitura de IR.

Testes de referência:

Sintoma

Causas prováveis

O disjuntor abre

O disjuntor é subdimensionado.

Inicialização à temperatura baixa demais. Conexões e/ou emendas estão causando curto.

Danos físicos no cabo aquecedor estão causando um curto direto.

Os fios do barramento estão conectados ao terminal.

Há incisões ou cortes no cabo aquecedor ou no fio de alimentação de potência, com umidade presente ou umidade nas conexões.

O dispositivo de proteção contra fuga à terra está subdimensionado (5 mA usado em vez de 30 mA) ou com fiação incorreta.

Testes de referência:

10

Guia de identificação e solução de problemas

Ação corretiva

Verifique a potência, a ligação, o "T" e conexões do terminal em relação a cortes, distâncias de desencapamento incorretas e sinais de umidade. Se o cabo aquecedor ainda não estiver isolado, inspecione visualmente o comprimento inteiro em relação a danos, especialmente nos cotovelos e nos flanges, e ao redor das válvulas. Se o sistema estiver isolado, desconecte a seção do cabo aquecedor entre os kits de potência, as emendas etc., e teste novamente para isolar a seção danificada.

Substitua as seções danificadas do cabo aquecedor e religue todas as conexões incorretas ou danificadas.

Se houver umidade, seque as conexões e teste novamente. Certifique-se de que todas as entradas dos conduítes estejam vedadas e que o condensado no conduíte não possa entrar nas caixas de conexão de potência. Se o núcleo do cabo aquecedor ou os fios do barramento forem expostos a grandes quantidades de água, substitua o cabo aquecedor. (A secagem do cabo aquecedor não é suficiente, pois a saída de potência do cabo aquecedor pode ser reduzida significativamente.)

Limpe os condutores de teste da caixa de ligação e reinicialize.

Teste novamente à temperatura ambiente, se necessário.

Teste de resistência do isolamento, inspeção visual

Ação corretiva

Verifique novamente o projeto em relação à temperatura de inicialização e às correntes de carga. Não ultrapasse o comprimento máximo do circuito para o cabo aquecedor usado. Verifique se a dimensão do fio de potência existente é compatível com o disjuntor. Substitua o disjuntor se estiver defeituoso ou dimensionado incorretamente. Inspecione visualmente as conexões de potência, as emendas e os terminais finais em relação à instalação correta; corrija, se necessário.

Verifique indicações visuais de danos ao redor das válvulas, bomba e qualquer área na qual possa ter ocorrido trabalho de manutenção. Procure por revestimento de isolamento esmagado ou danificado ao longo do tubo. Substitua as seções danificadas do cabo aquecedor.

Verifique o terminal final para certificar-se de que os fios do barramento estejam terminados corretamente de acordo com as instruções de instalação. Se for encontrado curto-circuito, o cabo aquecedor poderá ter sofrido um dano permanente causado por corrente excessiva e poderá ser necessário substituí-lo.

Substitua o cabo aquecedor, conforme necessário. Seque e vede novamente as conexões e as emendas. Usando um megaohmímetro, teste novamente a resistência do isolamento.

Substitua o dispositivo de proteção contra fuga à terra subdimensionado com um dispositivo de proteção de 30 mA. Verifique as instruções da fiação do dispositivo de proteção contra fuga à terra.

Teste da resistência do isolamento, teste de localização de falhas, inspeção visual

10

Guia de identificação e solução de problemas

Sintoma	Causas prováveis
Baixa temperatura do tubo	<p>O isolamento está molhado ou faltando.</p> <p>Foi usado um cabo aquecedor insuficiente nas válvulas, nos suportes e em outros dissipadores de calor.</p> <p>O termostato foi ajustado incorretamente.</p> <p>Foi usado um projeto térmico incorreto.</p> <p>Tensão incorreta aplicada.</p> <p>O termopar não está em contato com o tubo.</p> <p>Testes de referência:</p>

Sintoma	Causas prováveis
Saída de potência baixa ou ausente	<p>Tensão de entrada aplicada baixa ou ausente.</p> <p>O circuito é mais curto que o mostrado no projeto, devido a ligações ou "T" não conectados, ou o cabo aquecedor foi cortado/desligado.</p> <p>Conexão de componente incorreta, causando uma conexão com resistência elevada.</p> <p>O termostato de controle é ligado na posição normalmente aberta.</p> <p>O tubo está a uma temperatura elevada.</p> <p>O cabo aquecedor foi exposto a temperatura excessiva, umidade ou produtos químicos.</p> <p>Testes de referência:</p>

10

Guia de identificação e solução de problemas

Ação corretiva

Remova o isolamento molhado e substitua-o com um isolamento seco, e fixe-o com impermeabilizante apropriado.

Ligue um cabo aquecedor adicional, mas não ultrapasse o comprimento máximo do circuito.

Reajuste o termostato.

Consulte o representante da Pentair Thermal Management para confirmar o projeto e modificá-lo conforme recomendado.

Reinstale o termopar no tubo.

Verificação de potência, inspeção visual

Ação corretiva

Repare as linhas de alimentação elétrica e os equipamentos.

Verifique a orientação e o comprimento do cabo aquecedor (use desenhos "como construído" para comparar com o layout efetivo do tubo).

Conecte todas as ligações ou "T". Localize e substitua quaisquer cabos aquecedores danificados. Em seguida, verifique novamente a saída de potência.

Verifique ligações de fios soltas e refaça a fiação se necessário.

Refaça a fiação do termostato na posição normalmente fechada.

Verifique a temperatura do tubo. Verifique a seleção do aquecedor. Verifique a saída de potência do cabo aquecedor do projeto em relação à saída real. Reduza a temperatura do tubo, se possível, ou consulte o representante da Pentair Thermal Management para confirmar o projeto.

Substitua o cabo aquecedor danificado. Verifique a temperatura do tubo. Verifique a saída de potência do cabo aquecedor.

Verificação de potência, teste de localização de falhas, inspeção visual

11

Registros de instalação e de inspeção

Registro de Instalação e Inspeção de Aquecimento Industrial Pentair Thermal Management

Instalação

Número do circuito

Tipo do cabo aquecedor

Comprimento do circuito:

Encomenda

Data de inspeção:			
Inspeção visual			
Inspeção visual dentro de caixas de conexão em relação a sinais de superaquecimento, corrosão, umidade, conexões soltas e outros problemas.			
Conexão elétrica correta, aterramento e fios de barramento isolados em toda a extensão.			
Isolamento térmico danificado ou molhado; revestimentos e a impermeabilização estão danificados, faltando ou rachados, espaços na vedação de fendas.			
Terminais finais cobertos, ligações e "T" etiquetados corretamente no revestimento de isolamento.			
Sistema de controle e monitoramento inspecionado em relação a umidade, corrosão, ponto de ajuste, operação de interruptores e danos nos capilares.			
Teste de resistência do isolamento (Megger)		Ohm	
Teste A	500 VCC		
(barramento até blindagem)	1000 VCC		
	2500 VCC		
Teste B	500 VCC		
(blindagem até tubo)	1000 VCC		
	2500 VCC		
Verificação de potência			
Tensão do circuito			
Painel	277 VCA		
Terminal do circuito*	277 VCA		
Amperagem do circuito após 10 min	(A)		
Temperatura do tubo	(°F)		
Potência = Voltagem x amperagem/pés	(watts/ft)		

* Somente no comissionamento

11

Registros de instalação e de inspeção

Aquecimento Industrial da Pentair Thermal Management Registro de instalação e de inspeção

Instalação _____

Número do circuito _____

Tipo do cabo aquecedor _____

Comprimento do circuito: _____

Encomenda

Data de inspeção:

Inspeção visual

Inspeção visual dentro de caixas de conexão em relação a sinais de superaquecimento, corrosão, umidade, conexões soltas e outros problemas.

Conexão elétrica correta, aterramento e fios de barramento isolados em toda a extensão.

Isolamento térmico danificado ou molhado; revestimentos e a impermeabilização estão danificados, faltando ou rachados, espaços na vedação de fendas.

Terminais finais cobertos, ligações e "T" etiquetados corretamente no revestimento de isolamento.

Sistema de controle e monitoramento inspecionado em relação a umidade, corrosão, ponto de ajuste, operação de interruptores e danos nos capilares.

Teste de resistência do isolamento (Megger)

Ohm

Teste A 500 VCC

(barramento até blindagem) 1000 VCC

2500 VCC

Teste B 500 VCC

(blindagem até tubo) 1000 VCC

2500 VCC

Verificação de potência

Tensão do circuito

Painel 277 VCA

Terminal do circuito* 277 VCA

Amperagem do circuito após 10 min (A)

Temperatura do tubo (°F)

Potência = Voltagem x amperagem/pés (watts/ft)

* Somente no comissionamento

11

Registros de instalação e de inspeção

Registro de instalação FM exigido para localizações perigosas de Classe I, Divisão 1

Para completar o processo FM Approval, este formulário completo deve ser devolvido à Pentair Thermal Management Customer Service Center (número de fax (800) 527-5703)

Nome da empresa _____

Nº do ID do circuito _____

Área _____

Temp. autoignição (AIT): _____

Circuito do aquecedor

Tipo de aquecedor: _____

Tensão de alimentação: _____

Temp. máxima do tubo: _____

Componentes

Conexão de potência _____

"T" _____

Equipamento de fuga à terra

Marca e modelo: _____

Instruções de instalação

Componentes corretos de acordo com a especificação do fabricante: _____

Conexões vedadas abertas e inspecionadas (molhadas de maneira correta): _____

Dispositivo de fuga à terra testado: _____

Teste de resistência do isolamento

Usar 2500 VCC para cabos autorreguláveis e com limitação de potência

Instrumento usado: _____

Medida no tubo antes da instalação do isolamento*

Resistência do isolamento entre o condutor e a blindagem (Teste A) _____

Resistência do isolamento entre a blindagem e o tubo (Teste B) _____

Medida após a instalação do isolamento*

Resistência do isolamento entre o condutor e a blindagem (Teste A) _____

Resistência do isolamento entre a blindagem e o tubo (Teste B) _____

* A resistência de isolamento mínima deve ser de 1.000 MΩ

Circuito pronto para comissionamento

Preparado por _____

Aprovado por _____

Nº da ordem de compra _____

Desenho(s) de referência _____

Classificação de grupo: _____

Comprimento do circuito: _____

ID temp. (especificação T) _____

Ligação: _____

Terminal final: _____

Nível de abertura do dispositivo: _____

Data da calibragem:

Valor do teste

Data

Iniciais

Valor do teste

Data

Iniciais

Empresa

Data

Empresa

Data

Salvaguardias y advertencias importantes

ADVERTENCIA: PELIGRO DE INCENDIO O CHOQUES ELÉCTRICOS.

Los sistemas de rastreo de calor de Raychem deben instalarse correctamente para asegurar un funcionamiento correcto y evitar cortocircuitos e incendio. Lea estas advertencias importantes y siga cuidadosamente todas las instrucciones de instalación.

- Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de Pentair Thermal Management, certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.
- Las aprobaciones y el desempeño de los sistemas de rastreo de calor se basan solamente en el uso de repuestos específicos de Pentair Thermal Management. No utilice puestos no originales o cinta adhesiva de vinil.
- Los cables bus producirán cortocircuitos si hacen contacto entre ellos. Mantenga los cables bus separados.
- Los componentes y extremos del cable deben mantenerse secos antes y durante la instalación.
- El centro y las fibras del cable de calefacción negro son conductoras y pueden producir un cortocircuito. Deben estar aisladas correctamente y mantenerse secas.
- Los cables bus dañados pueden sobrecalentarse o producir un cortocircuito. No rompa las hebras del cable bus al preparar el cable para la conexión.
- El cable de calefacción dañado puede producir arqueo eléctrico o incendios. no utilice accesorios metálicos como flejes de tuberías o sujetadores de cables. Use sólo cintas Raychem aprobadas y sujete cables para asegurar el cable a la tubería.
- No intente reparar o energizar el cable dañado. Elimine todo el cable dañado y reemplace por uno nuevo usando el kit de empalme Raychem adecuado. Reemplace los componentes dañados.
- La reutilización de los ojales o el uso de los ojales incorrectos podría producir fugas, agrietar los componentes, cortocircuitos o incendios. Asegúrese de utilizar el tipo de ojal correcto para el cable de calefacción que se está instalando. Use un nuevo ojal cuando el cable de calefacción haya sido arrancado de los componentes.
- Use sólo aislación resistente al fuego compatible con la aplicación y la temperatura máxima de exposición del sistema a rastrear.
- Para evitar incendios o explosiones en ubicaciones peligrosas, verifique que la temperatura máxima de la funda del cable de calefacción está por debajo de la temperatura de auto encendido de los gases presentes en el área. Para obtener información adicional, consulte la documentación de diseño.
- Las Fichas de datos de seguridad de los materiales (MSDS por sus siglas en inglés) están disponibles en línea en www.pentairthermal.com.

Contenido

1	Información general	1
	1.1 Uso del manual	1
	1.2 Instrucciones de seguridad	1
	1.3 Códigos eléctricos	1
	1.4 Garantía y aprobaciones	2
	1.5 Notas generales de instalación	2

2	Selección del cable de calefacción	3
----------	------------------------------------	---

3	Instalación de cable de calefacción	4
	3.1 Almacenamiento del cable de calefacción	4
	3.2 Comprobaciones previas a la instalación	4
	3.3 Instalación	5

4	Componentes del cable de calefacción	16
	4.1 Información general sobre componentes	16

5	Control y monitoreo	19
----------	---------------------	----

6	Aislación térmica	21
	6.1 Comprobaciones previas a la instalación	21
	6.2 Indicaciones para la instalación de aislación	21
	6.3 Marcas	21
	6.4 Prueba pos aislación	21

7	Suministro de energía y protección eléctrica	22
	7.1 Clasificación de voltaje	22
	7.2 Carga eléctrica	22
	7.3 Protección de falla a tierra	22

8	Puesta en marcha y mantenimiento preventivo	23
	8.1 Pruebas	23
	8.2 Mantenimiento preventivo	24

9	Procedimientos de prueba	25
	9.1 Inspección visual	25
	9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)	25
	9.3 Comprobación de alimentación	28
	9.4 Pruebas de localización de falla	29

10	Guía para la solución de problemas	34
-----------	------------------------------------	----

11	Registro de instalación e inspección	36
-----------	--------------------------------------	----

1

Información general

1.1 Uso del manual

Este manual de instalación y mantenimiento es sólo para los sistemas de rastreo de calor de auto regulación y limitación de alimentación Raychem en tanques y tuberías aisladas térmicamente. Esto incluye los cables de calefacción BTV, HBTV, QTVR, HQTV, XTV, HXTV, KTV, VPL Raychem y los componentes Raychem adecuados.

Para obtener información sobre otras aplicaciones, asistencia sobre el diseño o soporte técnico, contacte a su representante Pentair Thermal Management o a Pentair Thermal Management directamente.

Pentair Thermal Management

7433 Harwin Drive

Houston, TX 77036

EE.UU.

Tel: +1.800.545.6258

Tel: +1.650.216.1526

Fax: +1.800.527.5703

Fax: +1.650.474.7711

thermal.info@pentair.com

www.pentairthermal.com





Importante: Para que se apliquen la garantía de Pentair Thermal Management y las aprobaciones de agencia, se deben seguir las instrucciones incluidas en este manual y paquetes de producto.

1.2 Instrucciones de seguridad

La seguridad y confiabilidad de cualquier sistema de rastreo de calor depende de un diseño, instalación y mantenimiento adecuados. Una manipulación, instalación o mantenimiento incorrecto de cualquiera de los componentes del sistema puede producir el enfriamiento o sobrecalentamiento de la tubería o dañar el sistema del cable de calefacción lo que podría provocar fallas del sistema, cortocircuito eléctrico o incendio.

Ponga especial atención a lo siguiente:

- Las instrucciones importantes están marcadas con la palabra  **Importante**
- Las advertencias están señaladas con la palabra **ADVERTENCIA** 

1.3 Códigos eléctricos

Las secciones 427 (tuberías y tanques) y 500 (ubicaciones clasificadas) del Código Eléctrico Nacional (NEC) y la Sección 1 del Código Eléctrico de Canadá, Secciones 18 (ubicaciones peligrosas) y 62 (Espacio fijo eléctrico y

1

Información general

Calentamiento de superficies) rigen la instalación de sistemas de rastreo de calor eléctricas. Todas las instalación de sistemas de rastreo de calor deben cumplir con estas normas y con otros códigos locales o nacionales aplicables.

1.4 Garantía y aprobaciones

Los cables de calefacción y componentes Raychem están aprobados para su uso en ubicaciones peligrosas y no peligrosas. Consulte las hojas de dato de producto para más información.

1.5 Notas generales de instalación

Estas notas se proporcionan para asistir a los instaladores durante el proceso de instalación y deben revisarse antes de comenzar este proceso.

- Lea todas las instrucciones para familiarizarse con los productos.
- Seleccione el tipo de cable de calefacción y la clasificación según la Guía de Diseño y Selección de Productos Industriales (Literatura #H56550 de Pentair Thermal Management), o el software TraceCalc Pro o el software de diseño del sitio web.
- Asegura que todas las tuberías, tanques, etc., han sido liberados por el cliente para su rastreo antes de la instalación de los cables de calefacción.
- Generalmente, los cables de calefacción se instalan en las posiciones 4 y 8 del reloj en una tubería.
- Todas las tuberías, tanques, depósitos y equipos rastreadas deben estar térmicamente aisladas.
- No instale cables de calefacción en equipos que funcionan por sobre la temperatura máxima de clasificación del cable.
- El radio mínimo de curvatura para los cables de limitación de alimentación VPL es 3/4 pulgada (19 mm). El radio mínimo de curvatura para los cables de auto regulación es 1/2 pulgada (13 mm).
- Nunca instale cables de calefacción sobre uniones de expansión sin dejar holgura en el cable.
- No energice el cable cuando se enfría o está en el rollo.
- Nunca utilice sujetadores de cable o flejes de tubería para asegurar los cables de calefacción.
- La temperatura mínima de instalación para los cables de calefacción es -40°F (-40°C).

2

Selección del cable de calefacción

Compruebe la especificación de diseño para estar seguro de que se instala el cable de calefacción en cada tubería o tanque. Consulte la Guía de Diseño y Selección de Productos Industriales, el software TraceCalc Pro o el sitio web de Pentair Thermal Management: www.pentairthermal.com, para seleccionar el cable de calefacción adecuado a su aplicación.

3

Instalación de cable de calefacción

3.1 Almacenamiento del cable de calefacción

- Guarde el cable de calefacción en un lugar limpio y seco. Rango de temperatura: -40°F (-40°C) a 140°F (60°C).
- Proteja el cable de calefacción de los daños mecánicos.

3.2 Comprobaciones previas a la instalación

Compruebe los materiales recibidos:

- Revise el diseño del cable de calefacción y compare la lista de materiales con los números de catálogo de los cables de calefacción y componentes recibidos para confirmar que se tienen los materiales adecuados en el sitio. El tipo del cable de calefacción y voltaje está impreso en su camisa.
- Asegúrese de que la clasificación de voltaje del cable de calefacción es el adecuado para el voltaje de servicio disponible.
- Inspeccione el cable de calefacción y los componentes en busca de daños producidos durante el traslado.
- Compruebe que no existan perforaciones en las fundas del cable de calefacción realizando una prueba de resistencia de aislación (consulte la sección 9) en cada bobina de cable.

Compruebe la tubería a rastrear:

- Asegúrese de que se hayan completado todas las pruebas de tubería mecánicas (por ej., prueba/purga hidrostática) y el sistema haya sido limpiado por el cliente antes de rastrear.
- Recorra el sistema y planifique el trazado del cable de calefacción sobre la tubería.
- Inspeccione la tubería en busca de rebabas, superficies ásperas o bordes afilados. Elimine en caso de ser necesario.
- Verifique que todos los revestimientos de la superficie estén secos al tacto.

3

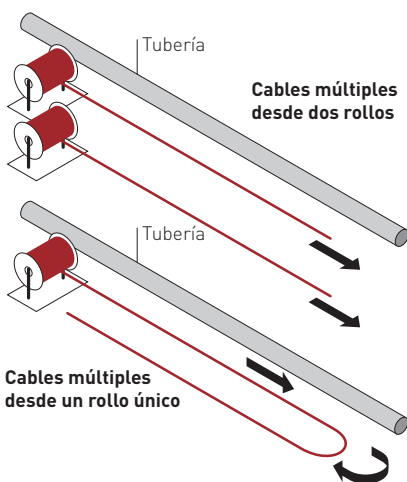
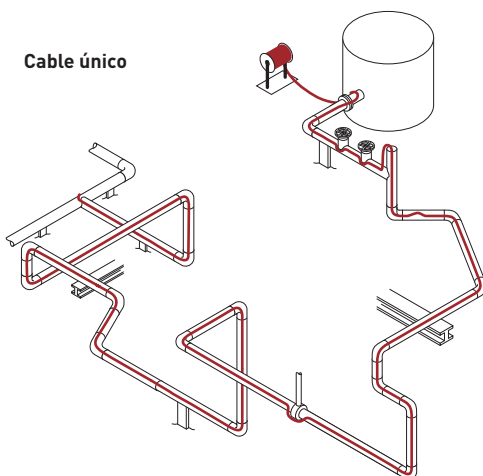
Instalación de cable de calefacción

3.3

Instalación

Desenrollar el cable

Desenrolle el cable de calefacción y estírelo, sin tensarlo, junto a la tubería y asegúrese de que siempre esté junto a ésta al cruzar obstáculos. Si el cable está en el costado contrario de un obstáculo como al cruzar una tubería o viga en "I", deberá volver a instalarlo o cortarlo y empalmarlo.



3

Instalación de cable de calefacción

CONSEJOS PARA DESENROLLAR EL CABLE DE CALEFACCIÓN:

- Use un portabobinas para desenrollar el cable sin tensarlo. Si el cable de calefacción se engancha, deje de tirarlo.
- Mantenga el cable de calefacción colgando sin tensarlo pero cerca de la tubería que se está rastreando para evitar la interferencia con los soportes y el equipo.
- Las marcas en el cable de calefacción se pueden utilizar para determinar la longitud del cable.
- Proteja los extremos del cable de calefacción de la humedad, contaminación y el daño mecánico.

AL DESENROLLAR EL CABLE DE CALEFACCIÓN, EVITE:

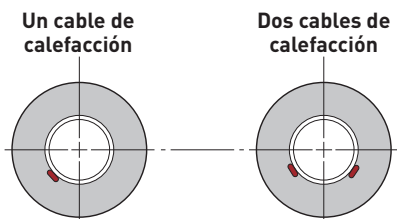
- Los bordes afilados
- Tirar con demasiada fuerza o que se produzcan tirones
- Los retorcimientos y el aplastamiento
- Caminar o pasar sobre el cable con los equipos



ADVERTENCIA: Peligro de incendio o choques eléctricos No instale cable dañado. Los componentes y extremos del cable deben mantenerse secos antes y durante la instalación.

Ubicación de los cables de calefacción

Si es posible, ubique el cable de calefacción en la sección inferior de la tubería, en la posición 4 y 8 del reloj, como se muestra a continuación, para protegerlo de daños.



CINTAS DE ASEGURAMIENTO

Use una de las siguientes cintas de aseguramiento Raychem para asegurar el cable de calefacción a la tubería: Cinta de fibra de vidrio GT-66 o GS-54 o cinta de aluminio AT-180.

3

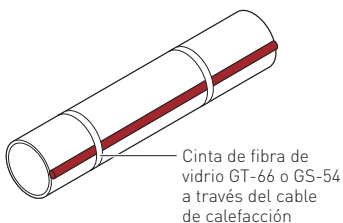
Instalación de cable de calefacción

Cinta de fibra de vidrio GT-66

- Cinta para propósito general para instalaciones a 40°F (5°C) o superiores

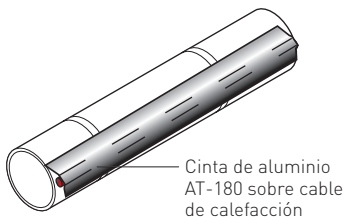
Cinta de fibra de vidrio GS-54

- Cinta de aplicación especial para tuberías de acero inoxidable
- Para instalaciones a -40°C (-40°F) y superiores



Cinta de aluminio AT-180

- Cinta de transferencia de calor para tuberías de plástico, cuerpos de bombas y equipo con formas extrañas
- Instalar sobre 32°C (0°F)
- Coloque la cinta longitudinalmente sobre el cable de calefacción según lo requiera el diseño

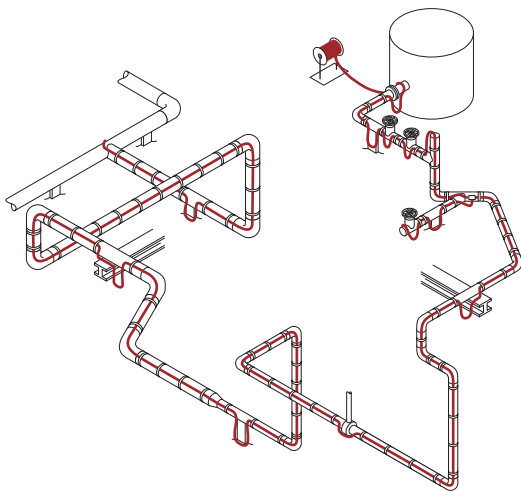


⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio o choques eléctricos no utilice accesorios metálicos como flejes de tuberías o sujetadores de cables. No utilice cinta adhesiva o cinta aislante basada en vinilo. Use sólo cintas Raychem aprobadas.

3

Instalación de cable de calefacción

FIJAR EL CABLE DE CALEFACCIÓN



Partiendo desde el extremo opuesto al rollo, fije el cable de calefacción sobre la tubería en cada pie, como se muestra en la figura anterior. Si se utiliza cinta de aluminio, aplíquela sobre toda la extensión del cable de calefacción después de asegurar el cable con cinta de vidrio. Trabaje en dirección al rollo de cable. Deje cable de calefacción sobrante en la conexión de alimentación, en todas las secciones donde existan empalmes y tes y en el sello del extremo para permitir su mantenimiento a futuro.

Deje una vuelta extra de cable para cada disipador térmico, como en los soportes, válvulas, bridas e instrumentos de tuberías según se detalla en el diseño. Consulte "Típicos ejemplos de instalación" en la página 12 para fijar el cable de calefacción a disipadores térmicos.

Instale los componentes del cable de calefacción inmediatamente después de fijar el cable de calefacción. Si no es posible instalar inmediatamente, proteja de la humedad los extremos del cable de calefacción.

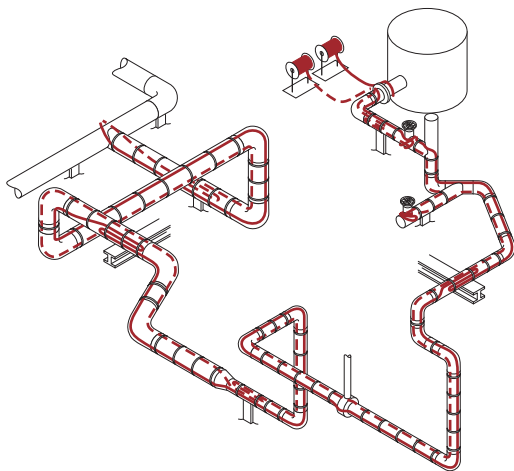
3

Instalación de cable de calefacción

CABLES MÚLTIPLES Y ESPIRALES

Existen dos situaciones en que se podría requerir recorridos de cable de calefacción múltiples:

- **Recorridos de rastreo de calor redundante** utilizados en situaciones donde se requiere de un respaldo. Cada recorrido debe instalarse según las especificaciones de diseño.
- **Recorridos de rastreo de calor dobles o múltiples** utilizados cuando un recorrido de rastreo de calor único no puede compensar pérdidas de calor superiores. Los recorridos de rastreo de calor dobles debe tener cable de calefacción extra instalados en los disipadores térmicos como lo menciona el diseño. Es recomendable proporcionar cable de calefacción extra en los disipadores de calor en forma alternada en ambos recorridos para balancear ambas longitudes del circuito.

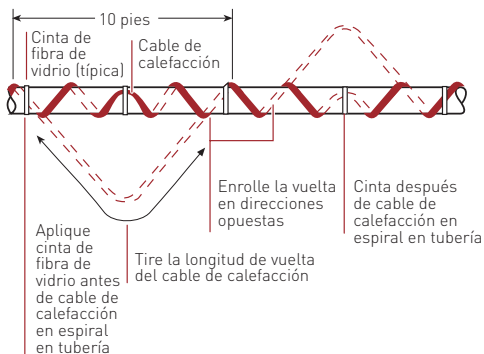


RASTREO EN ESPIRAL

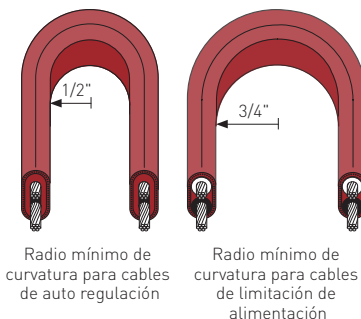
Cuando el diseño requiere un espiral, comience por suspender una vuelta por cada sección de tubería de 10 pies. Para determinar la longitud de la vuelta, obtenga el factor de espiral a partir de diseño y multiplíquelo por 10. Por ejemplo, si el factor de espiral requerido es 1,3, deje una vuelta de 13 pies de cable de calefacción por cada sección de tubería de 10 pies. Fije la vuelta a la tubería en cada intervalo usando la cinta de aseguramiento Raychem adecuada.

3

Instalación de cable de calefacción



DOBLAR EL CABLE



Al posicionar el cable de calefacción en la tubería, no doble más de 1/2" los cables de auto regulación y 3/4" los cables de limitación de alimentación.

3

Instalación de cable de calefacción

El cable de calefacción no se dobla fácilmente en una superficie plana. No fuerce al doblar ya que se puede dañar el cable de calefacción.

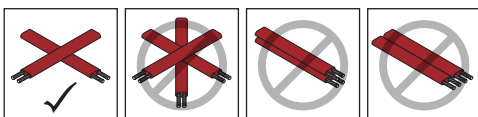


CRUZAR EL CABLE

Los cables de auto regulación, BTV, HBTV, QTVR, HQTV, XTV, HXTV, KTV permiten múltiples superposiciones del cable de calefacción.

El cable de limitación de alimentación, VPL, permite una superposición única del cable de calefacción por zona.

SÓLO PARA CABLE DE CALEFACCIÓN VPL:



CORTE DEL CABLE

Corte el cable de calefacción de acuerdo a la longitud necesaria después de fijarlo a la tubería.

El cable de calefacción se puede cortar sin afectar la salida de calor por pie.

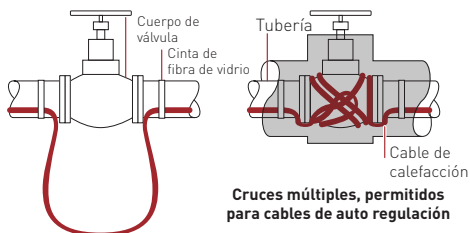
3

Instalación de cable de calefacción

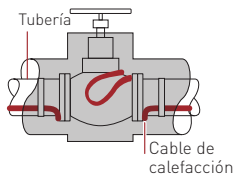
Típicos ejemplos de instalación

Envuelva las conexiones de tubería, equipos y soportes como se muestra en los siguientes ejemplos para compensar adecuadamente una pérdida de calor superior en los disipadores térmicos y permitir un fácil acceso para el mantenimiento. La cantidad de cable de calefacción exacta es determinada en el diseño.

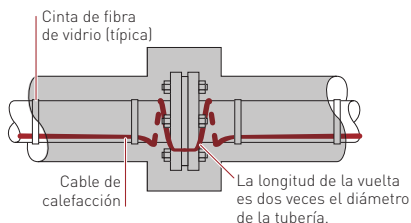
VÁLVULA



Nota: La longitud de la vuelta del cable varía dependiendo de la pérdida de calor.



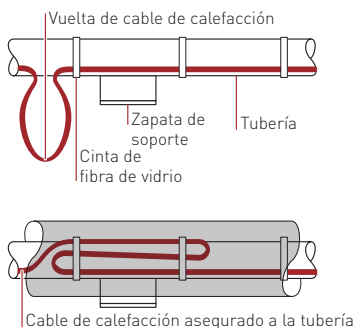
BRIDA



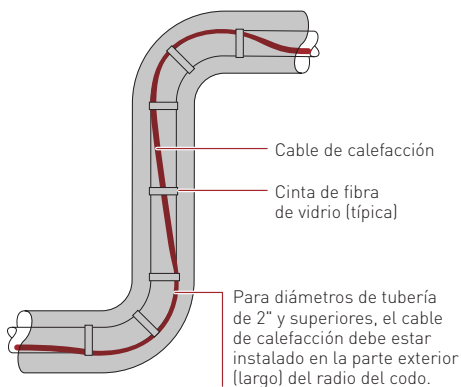
3

Instalación de cable de calefacción

ZAPATA DE SOPORTE DE TUBERÍA



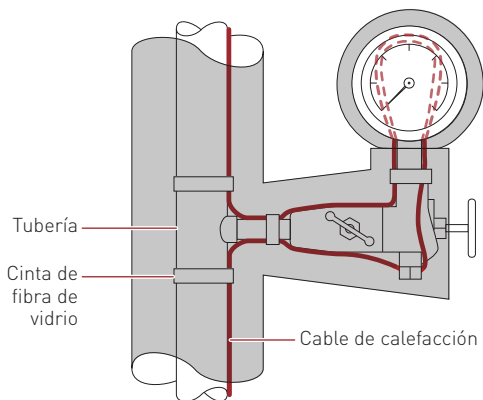
CODO



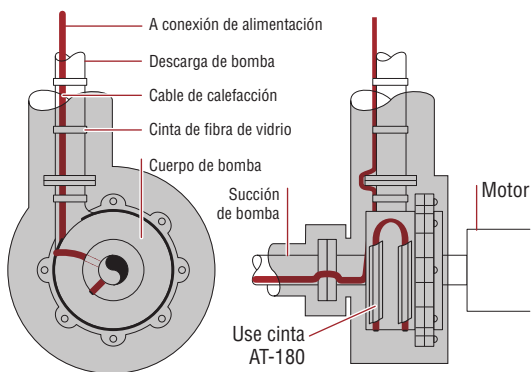
3

Instalación de cable de calefacción

INDICADOR DE PRESIÓN



BOMBA CENTRÍFUGA CON CARCASA DIVIDIDA

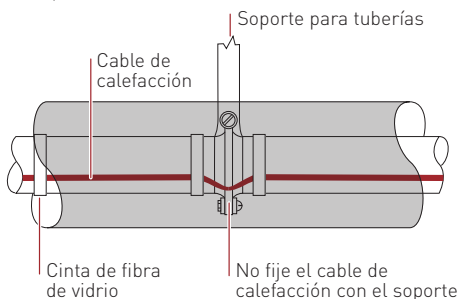
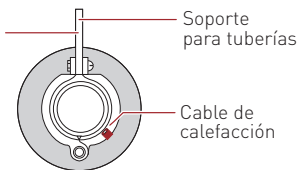


3

Instalación de cable de calefacción

SOPORTE PARA TUBERÍAS

No se requiere de un cable de calefacción adicional para los soportes para tuberías a menos que lo exija la especificación del diseño, a continuación, use la longitud de vuelta especificado.



4

Componentes del cable de calefacción

4.1 Información general sobre componentes

Los componentes Raychem deben utilizarse con cables de calefacción de auto regulación y limitación de alimentación. Un circuito completo requiere una conexión de alimentación y un sello en el extremo. Los empalmes y tes se usan según sea necesario.

Use la Guía de Diseño y Selección de Productos Industriales o el software TraceCalc Pro para seleccionar los componentes adecuados.

Las instrucciones de instalaciones están incluidas en el kit de componentes. Se deben seguir los pasos para preparar el cable de calefacción y conectar los componentes.

Los cables de calefacción de auto regulación y limitación de alimentación Raychem poseen un diseño del circuito paralelo. No doble los conductores juntos ya que esto podría producir un cortocircuito.

Consejos para la instalación de componentes

- Los kits de conexión deben montarse en la parte superior de la tubería cuando sea posible. Los conductos eléctricos que llevan a los kits de conexión deben poseer drenajes en sus puntos bajos para evitar que se acumule condensación en el conducto. Todas las conexiones del cable de calefacción deben montarse sobre el nivel de la pendiente.
- Existen adaptadores especiales para el montaje en tuberías pequeñas. Asegúrese de utilizar estos adaptadores si instala cables en tuberías de 1 pulgada de O.D. (diámetro externo) o menos.
- Asegúrese de dejar una vuelta de servicio en todos los componentes para el mantenimiento a futuro, excepto cuando existan líquidos sensibles a la temperatura o cuando la tubería sea inferior a 1 pulgada.
- Ubique las cajas de empalme donde pueda acceder a ellas rápidamente, pero no donde estén expuestas al daño mecánico.
- Los cables de calefacción deben instalarse sobre, no debajo, de los flejes de tubería usados para asegurar los componentes.
- Para VPL, corte el cable 12" (30 cm) desde el último nodo activo (indentación) para asegurarse de que se usa una zona inactiva para ingresar el componente. Consulte las instrucciones de instalación de componentes.

4

Componentes del cable de calefacción

- Todas las conexiones de alimentación, empalmes, tes y sellos de extremos en una ubicación División 1 deben utilizar el kit de conexión HAK-C-100 y una HAK-JB3-100 o una caja de empalme aprobado por un centro de pruebas reconocido a nivel nacional (NRTL por sus siglas en inglés) División 1.

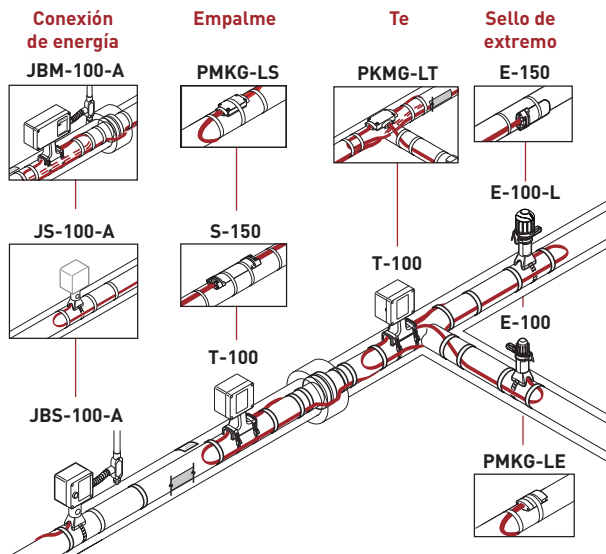


ADVERTENCIA: El centro y las fibras del cable de calefacción negro son conductoras de la electricidad y pueden producir un cortocircuito. Deben estar aisladas correctamente y mantenerse secas. Los cables bus dañados pueden sobrecalentarse o producir un cortocircuito. No rompa las hebras del cable bus al despojar el cable de calefacción.

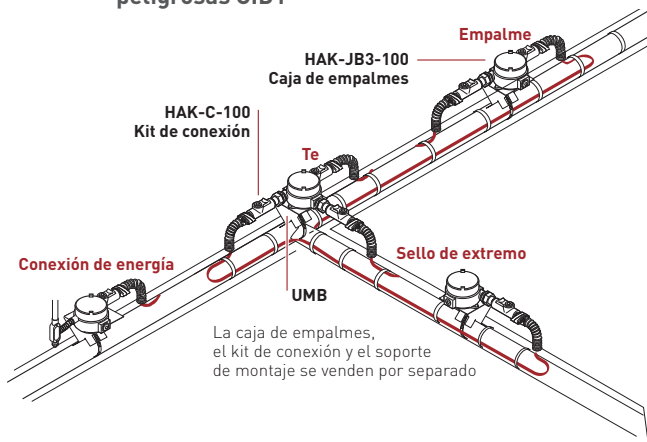
4

Componentes del cable de calefacción

Componentes Raychem para ubicaciones peligrosas Zona 1, CID2 y no peligrosas



Componentes Raychem para ubicaciones peligrosas CID1



⚠ ADVERTENCIA: Peligro de incendio o choques eléctricos Se deben utilizar componentes originales Raychem. No utilice puestos no originales o cinta adhesiva de vinil.

5

Control y monitoreo

Los productos DigiTrace para control y monitoreo de Pentair Thermal Management están diseñados para su uso con Sistemas de rastreo de calor de auto regulación y limitación de alimentación. Existen termostatos, controladores y sistemas de control y monitoreo disponibles. Compare las características de estos productos en la siguiente tabla. Para obtener información adicional sobre cada producto, consulte la Guía de Diseño y Selección de Productos Industriales o contacte a su representante Pentair Thermal Management.

Consulte las instrucciones de instalación proporcionadas con los productos de control y monitoreo. Los sistemas de control y monitoreo podrían requerir la instalación de un técnico eléctrico certificado.

Productos para control y monitoreo Pentair Thermal Management

	TERMOSTATOS		CONTROLADORES				
	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 AMC-F5 AMC-1A AMC-1H	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2 E507S-LS E507S-2LS-2 Raystat-EX-03-A	Serie DigiTrace ^{1, 2}				
			910	920	200N	T2000	NGC-30
Control							
Sensor de ambiente	■		●	●	●	●	●
Sensor de línea		■	●	●	●	●	●
PASC			●	●	●	●	●
Monitores							
Temperatura ambiente			●	●	●	●	●
Temperatura de tubería			●	●	●	●	●
Falla a tierra			●	●	●	●	●
Continuidad ³					●		●
Corriente			●	●	●	●	●
Ubicación							
Local	■	■	●	●		●	●
Remota			●	●	●	●	●
Peligrosa	AMC-1H	E507S	●	●		●	●

5

Control y monitoreo

Productos para control y monitoreo Pentair Thermal Management

TERMOSTATOS		CONTROLADORES				
	AMC-F5					
	AMC-1B					
	AMC-2B-2					
AMC-F5	E507S-LS	Serie DigiTrace ^{1, 2}				
AMC-1A	E507S-2LS-2	910	920	200N	T2000	NGC-30
AMC-1H	Raystat-EX-03-A					
Comunicaciones						
Pantalla local		●	●	●	●	●
Pantalla remota		●	●	●	●	●
Red a DCS		●	●	●	●	●

¹ Los controladores DigiTrace usados en áreas CID1 requieren el uso de recintos para áreas peligrosas adecuados o sistemas de purga Z.

² 480-V VPL debe usar sólo controladores DigiTrace 920, 200N, T2000 o NGC-30.

³ El monitoreo continuo es soportado cuando se implementa tecnología PLI (Interfaz portadora de línea de alimentación).

6

Aislación térmica

6.1 Comprobaciones previas a la instalación

Compruebe visualmente que el cable de calefacción y los componentes esté correctamente instalado y no existan daños. Se debe reemplazar el cable dañado.

Realice una prueba de resistencia a la aislación, conocida como prueba Megger (consulte la sección 9), antes de cubrir la tubería con aislación térmica.

6.2 Indicaciones para la instalación de aislación

- La aislación debe estar correctamente instalada y mantenerse seca.
- Compare el tipo de aislación y el grosor con la especificación del diseño.
- Para reducir el posible daño del cable de calefacción, aisle tan pronto como sea posible después de realizar el rastreo.
- Compruebe que las conexiones de la tubería, penetraciones en pared y otras áreas irregulares estén completamente aisladas.
- Al instalar revestimiento, asegúrese de que los taladros, tornillos y bordes afilados no dañen la aislación térmica.
- Para impermeabilizar la aislación, selle alrededor de todas las uniones que se extienden a través del revestimiento. Compruebe alrededor de los vástagos de la válvula, soportes de fijación y capilares del termostato.

6.3 Marcas

Aplique etiquetas "rastreadas eléctricas" en la parte exterior del revestimiento en intervalos de 10 pies en costados alternados para indicar la presencia de cables eléctrico.

Junto a estos componentes, se proporcionan otras etiquetas que deben ser utilizadas. Las cuales identifican la ubicación de los empalmes, tes y conexiones de los extremos instaladas bajo la aislación térmica.

6.4 Prueba pos aislación

Después de terminar la aislación, realice un prueba de resistencia a la aislación en cada circuito para confirmar que el cable no ha sido dañado (consulte la sección 9).



ADVERTENCIA: Utilice sólo aislación a prueba de incendios como la fibra de vidrio, lana mineral u silicato de calcio.

7

Suministro de energía y protección eléctrica

7.1 Clasificación de voltaje

Verifique que el voltaje fuente corresponda a la clasificación del cable de calefacción impreso en la funda del cable y especificado por el diseño.

7.2 Carga eléctrica

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se seleccionan de acuerdo al tipo de cable de calefacción, voltaje fuente y la longitud del circuito, para permitir una puesta en marcha a las temperaturas ambiente del diseño. El diseño especifica el tamaño y tipo del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

7.3 Protección de falla a tierra

Si el cable de calefacción está instalado en forma incorrecta o está físicamente dañado al punto en que el agua hace contacto con los cables bus, se puede producir un arqueo sostenido o un incendio. Si se produce un arqueo, la corriente de falla podría ser demasiado baja para disparar los disyuntores de circuito convencionales.

Pentair Thermal Management, el Código Eléctrico Nacional de los EE.UU. y el Código Eléctrico de Canadá requieren equipos de protección de falla a tierra y una cobertura metálica a tierra en todos los cables de calefacción. Todos los productos Raychem cumplen el requerimiento de cobertura metálica. Los siguientes son algunos de los are disyuntores de falla a tierra que cumplen los requerimientos de protección de este equipo: Tipo Square D GFPD EHB-EPD (277 Vac), Tipo Cutler Hammer (Westinghouse) QBGFEP.

480-V VPL debe usar sólo controladores DigiTrace 920, 200N, T2000 o NGC-30, los cuales proporcionan protección de falla a tierra a 480 voltios.



ADVERTENCIA: Para reducir el peligro de incendio producido por el arqueo eléctrico sostenido si el cable de calefacción se daña o se instala en forma incorrecta y para cumplir con los requerimientos de Pentair Thermal Management, certificaciones de agencias y códigos eléctricos nacionales, se debe utilizar protección para equipos de falla a tierra en cada circuito de derivación del cable de calefacción. El arqueo no puede ser detenido por los disyuntores de circuito convencionales.



ADVERTENCIA: Desconecte toda la alimentación antes de realizar las conexiones al cable de calefacción.

8

Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

Pentair Thermal Management requiere de la realización de una serie de pruebas en el sistema de rastreo de calor antes de su puesta en marcha. Se recomienda además realizar estas pruebas además en intervalos regulares para el mantenimiento preventivo. Los resultados deben registrarse y mantenerse durante la vida útil del sistema utilizando el "Registro de instalación e inspección" (consulte sección 11).

8.1 Pruebas

A continuación encontrará una breve descripción de cada prueba. Si desea mayor información sobre los procedimientos de prueba consulte la sección 9.

Inspección visual

Inspeccione visualmente la tubería, aislación y conexiones al cable de calefacción en busca de daños físicos. Compruebe que no exista humedad, los componentes eléctricos estén firmes y conectados a tierra, la aislación esté seca y sellada y los sistemas de control y monitoreo estén funcionando correctamente y bien configurados. Se debe reemplazar el cable de calefacción.

Resistencia de aislación

La prueba de resistencia de aislación (IR) se utiliza para verificar la integridad de las fundas interiores y exteriores del cable de calefacción. La prueba IR es análoga para probar la presión y detecta si existe un orificio en la funda. La prueba IR puede además utilizarse para aislar el daño en un recorrido único del cable de calefacción. La localización de la falla puede utilizarse para localizar daños adicionales.

Comprobación de alimentación

La alimentación del cable de calefacción por pie (metro) se calcula dividiendo el total de vatios por la longitud total de un circuito. Se debe conocer la corriente, voltaje, temperatura de funcionamiento y longitud. La longitud del circuito puede determinarse mediante los diseños de montaje, mascas del medidor en el cable o la prueba de capacitancia.

$$\text{Alimentación (w/pie o m)} = \frac{\text{Volts (Vac)} \times \text{Corriente (A)}}{\text{Longitud (pies o m)}}$$

Los vatios por pie (medidor) pueden compararse a la salida del cable de calefacción indicado en la Hoja de datos del producto a la temperatura de funcionamiento. Esto proporciona un buen indicio del desempeño del cable de calefacción.

Prueba de falla a tierra

Pruebe todos los disyuntores de falla a tierra siguiendo las instrucciones del fabricante.

8

Puesta en marcha y mantenimiento preventivo

8.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo para los sistemas de rastreo de calor de Pentair Thermal Management consiste en la realización de pruebas de puesta en marcha en intervalos regulares. Los procedimientos para estas pruebas se describen en la sección 9. Los sistemas deben revisarse antes de cada invierno.

Si el sistema de rastreo de calor falla en cualquiera de las pruebas, consulte la sección 10 para obtener asistencia sobre la solución de problemas. Realice las reparaciones necesarias y reemplace cualquier cable dañado inmediatamente.

Desconecte la energía de todos los circuitos que puedan resultar afectados por el mantenimiento.

Proteja el cable de calefacción del daño mecánico o térmico durante el mantenimiento.

Los métodos de instalación de cable recomendados permiten cable extra en todos los accesorios de tuberías (como válvulas, bombas e indicadores de presión) a los que probablemente se les deberá realizar mantenimiento.

Registros de mantenimiento

El "Registro de instalación e inspección", (consulte la sección 11), debe llenarse durante todos los trabajos de mantenimiento y reparación y mantenerse para futura referencia.

Reparaciones

Use sólo cables y componentes Raychem al reemplazar cualquier cable de calefacción dañado. Vuelva a colocar la aislación térmica en su posición original o reemplace por una nueva si está dañada.

Vuelva a realizar las pruebas al sistema después de las reparaciones.

⚠ ADVERTENCIA: Los daños en los cables o componentes pueden producir un arco eléctrico sostenido o un incendio. No intente reparar cable de calefacción dañado. No energice cables dañados por el fuego. Reemplace el cable dañado eliminando completamente la sección dañada y empalme una nueva longitud usando los kits para empalme adecuados de Raychem. No reutilice los ojales. Use nuevos ojales cuando el cable de calefacción haya sido arrancado de los componentes.

9

Procedimientos de prueba

9.1 Inspección visual

- Compruebe que los componentes del cable de calefacción interno este correctamente instalado y no exista sobrecalentamiento, corrosión, humedad o conexiones sueltas.
- Compruebe las conexiones eléctricas para asegurarse de que los cables a tierra y bus estén aislados en toda su extensión.
- Compruebe en busca de aislación térmica húmeda o dañada, revestimiento y hermeticidad dañados, faltantes o agrietados.
- Compruebe que los sellos para extremos, empalmes y tes estén correctamente etiquetados sobre el revestimiento de aislación.
- Compruebe el sistema de control y monitoreo en busca de humedad, corrosión, punto de configuración, funcionamiento de los interruptores y si existe daño capilar.

9.2 Prueba de resistencia de aislación (Megger)

Frecuencia

Se recomienda realizar la prueba de resistencia de aislación en cinco etapas durante el proceso de instalación y como parte del mantenimiento programado regular.

- Antes de instalar el cable
- Antes de instalar los componentes
- Antes de instalar la aislación térmica
- Después de instalar la aislación térmica
- Antes del arranque inicial (puesta en marcha)
- Como parte de la inspección regular del sistema
- Después de cualquier trabajo de mantenimiento o reparación

Procedimiento

La prueba de resistencia de aislación (usando un megaóhmmetro) debe realizar en tres voltajes: 500, 1000 y 2500 Vdc. Puede que no se detecten los problemas importantes si la prueba se lleva a cabo sólo a 500 y 1000 volts.

Primero mida la resistencia entre los cables bus del cable de calefacción y la funda (Prueba A) y a continuación mida la resistencia de la aislación entre la funda y la tubería de metal (Prueba B). No permita que las pruebas toquen la caja del empalme ya que se podrían producir lecturas erróneas.

1. Desconecte la energía del circuito.
2. Desconecte el termostato o controlados si está instalado.

9

Procedimientos de prueba

3. Desconecte los cables bus desde el bloque de terminales, si está instalado.
4. Configure el voltaje de la prueba en 0 Vdc.
5. Conecte el terminal negativo (-) a la funda metálica del cable de calefacción.
6. Conecte el terminal positivo (+) a ambos cables bus del cable de calefacción en forma simultánea.
7. Encienda el megaóhmetro y configure el voltaje a 500 Vdc y aplique el voltaje durante 1 minuto. La aguja del medidor debería dejar de moverse. Una deformación rápida indica un corte. Registre el valor de la resistencia de aislación en el Registro de inspección.
8. Repita los pasos 4 a 7 a 1000 y 2500 Vdc.
9. Apague el megaóhmetro.
10. Si el megaóhmetro no se auto descarga, descargue la conexión de fase a tierra con una varilla de puesta a tierra adecuada. Desconecte el megaóhmetro.
11. Repita esta prueba entre la funda y la tubería.
12. Vuelva a conectar los cables bus al bloque de terminales.
13. Vuelva a conectar el termostato.



Importante: Los procedimientos de revisión del sistema y del mantenimiento regular requieren que se realice la prueba de resistencia de aislación desde el panel de distribución a menos que esté en uso un sistema de control y monitoreo. Si no se está utilizando un sistema de control, retire ambos cables de alimentación de energía desde el disyuntor y proceda como si realizara la prueba con los cables bus del cable de calefacción. Si se está utilizando un sistema de control y monitoreo, retire el equipo de control desde el circuito y realice la prueba directamente desde el cable de calefacción.



ADVERTENCIA: Peligro de incendio en ubicaciones peligrosas. La prueba de resistencia de aislación puede producir chispas. Asegúrese de que no hayan vapores inflamables en el área antes de realizar esta prueba.

9

Procedimientos de prueba

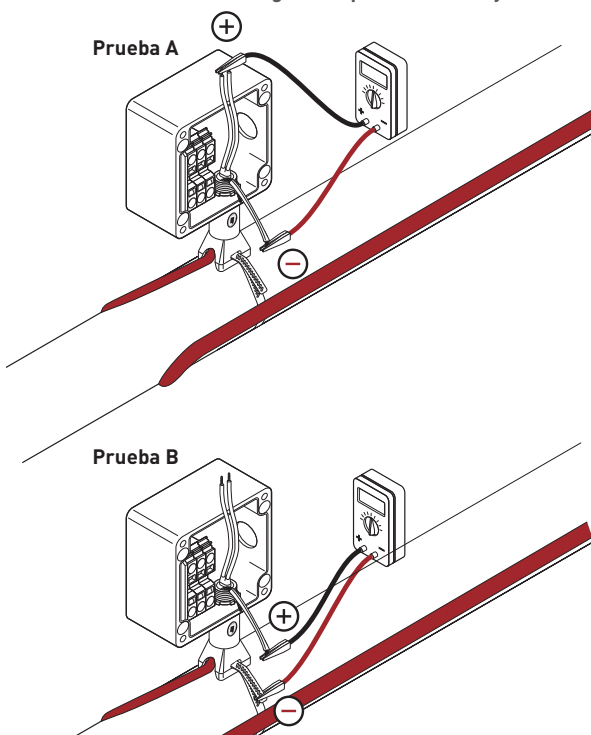
Crterios de resistencia de aislación

Un circuito limpio y seco correctamente instalado debería medir miles de megaohms, sin importar la longitud del cable de calefacción o el voltaje de medición (0-2500 Vdc). Donde no existan las condiciones óptimas se proporcionan los siguientes criterios para ayudar a determinar la corrección de una instalación.

Los valores de la resistencia de aislación deben ser superiores a 1000 megaohms. Si la lectura es inferior, consulte la sección 10, Guía para la solución de problemas.



Importante: Los valores de resistencia de aislación para la prueba A y B, para cualquier circuito en particular, no debe variar más de un 25 por ciento como una función del voltaje de medición. Las variaciones superiores podrían indicar la existencia de un problema con su sistema de rastreo de calor, confirme que la instalación sea la correcta y/o contacte a Pentair Thermal Management para obtener ayuda.



9.3 Comprobación de alimentación

La salida de alimentación del cable de auto regulación y limitación de alimentación es sensible a la temperatura y requiere el siguiente procedimiento especial para determinar su valor.

1. Alimente el cable de calefacción y permita que se estabilice durante 10 minutos, a continuación mida la corriente y voltaje en la caja de empalmes. Si se utiliza un termostato o controlador, consulte los detalles a continuación.
2. Compruebe la temperatura de la tubería bajo aislación térmica en varias ubicaciones.
3. Calcule la alimentación (watts/pies) del cable de calefacción multiplicando la corriente por el voltaje de entrada y dividiéndolo por la longitud real del circuito.

$$\text{Alimentación (w/pie o m)} = \frac{\text{Volts (Vac)} \times \text{Corriente (A)}}{\text{Longitud (pies o m)}}$$

Sistemas controlados sensibles al ambiente

Si la temperatura ambiente real es superior a la configuración del termostato deseado, aumente la configuración del termostato lo suficiente para encender el sistema o (en algunos modelos) establezca manualmente el interruptor del selector a la posición ON (Encendido).

- Encienda el disyuntor del circuito principal.
- Encienda los disyuntores del circuito de derivación.
- Después de al menos diez minutos, mida el voltaje, el amperaje, temperatura ambiente y la temperatura de la tubería para cada circuito y registre los valores en el "Registro de instalación e inspección" (consulte la sección 11). Esta información es necesaria para el mantenimiento o la solución de problemas a futuro.
- Cuando haya comprobado el sistema por completo, vuelva a configurar el termostato con la temperatura adecuada.

Sistemas controlados sensibles a la línea

Configure el termostato a la temperatura de control deseada o a una configuración lo suficientemente alta para encender el circuito si la temperatura de la tubería es superior a la temperatura de control.

- Encienda el disyuntor del circuito principal.
- Encienda los disyuntores del circuito de derivación.
- Permita que el sistema alcance el punto de control. Para la mayoría de los circuitos, esto podría tardar hasta cuatro horas. Las tuberías grandes llenas de líquido podrían tardar un poco más.

9

Procedimientos de prueba

- Mida el voltaje, el amperaje, y la temperatura de la tubería para cada circuito y registre los valores en el "Registro de instalación e inspección" (consulte la sección 11). Esta información es necesaria para el mantenimiento o la solución de problemas a futuro.
- Cuando haya comprobado el sistema por completo, vuelva a configurar el termostato con la temperatura adecuada.

Sistemas de control y monitoreo

Consulte las instrucciones de instalación proporcionadas con el producto para las pruebas y registros de la puesta en marcha.

9.4 Pruebas de localización de falla

Localización de falla

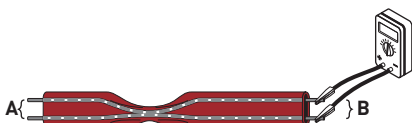
Existen tres métodos para localizar una falla dentro de una sección del cable de calefacción: el método de relación, el método 1/R y el método de capacitancia. El método de capacitancia puede utilizarse además para determinar la longitud total del total cable de calefacción.

MÉTODO DE PRUEBA DE RELACIÓN

a.) Para localizar un cortocircuito en el cable bus:

El método de relación utiliza las mediciones de resistencia tomadas al extremo del cable de calefacción para aproximar la ubicación de un cortocircuito en el cable. Un cortocircuito en el cable bus podría producir la desconexión de un disyuntor de circuito o una sección fría en la tubería.

Mida la resistencia del conductor bus a bus desde el extremo delantero (medición A) al extremo posterior (medición B) de la sección sospechosa.



9

Procedimientos de prueba

La ubicación aproximada del cortocircuito del cable bus, expresada como un porcentaje de la longitud del cable de calefacción desde el extremo delantero es:

$$\text{Localización de falla: } D = \frac{A}{(A + B)} \times 100$$

Ejemplo: A = 1,2 ohms
B = 18 ohms

$$\begin{aligned} \text{Localización de falla: } D &= 1,2 / (1,2 + 1,8) \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

La falla se localiza un 40% junto al circuito medido desde el extremo delantero (A).

b.) Para localizar la falla de tierra de baja resistencia:

Para localizar la falla de tierra de baja resistencia, **mida la resistencia entre un bus y una funda**



La ubicación aproximada de la falla, expresada como un porcentaje de la longitud del cable de calefacción desde el extremo delantero es:

$$\text{Localización de falla: } D = \frac{A}{(A + B)} \times 100$$

Ejemplo: A = 0,6 ohms
B = 0,9 ohms

$$\begin{aligned} \text{Localización de falla: } D &= 0,6 / (0,6 + 0,9) \times 100 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

La falla se localiza un 40% junto al circuito medido desde el extremo delantero (A).

9

Procedimientos de prueba

c.) Para localizar la sección con corte:

Este método utiliza la resistencia central del cable de calefacción para aproximar la ubicación de una falla cuando el cable de calefacción presenta un corte y los cables bus no han sido cortocircuitados juntos. Un cable con corte podría producir una sección fría en la tubería y muchos podrían no activar el disyuntor de circuito.



Mida la resistencia del conductor bus a bus desde el extremo delantero (medición A) al extremo posterior (medición B) de la sección sospechosa.

La ubicación aproximada de la falla, expresada como un porcentaje de la longitud del cable de calefacción desde el extremo delantero es:

$$\text{Localización de falla: } D = \frac{1/A}{(1/A + 1/B)} \times 100$$

Ejemplo: A = 100 ohms
 B = 25 ohms

$$\begin{aligned} \text{Localización de falla: } D &= (1/100) / (1/100 + 1/25) \times 100 \\ &= 20\% \end{aligned}$$

La falla está localizada un 20% desde el extremo delantero (A) del circuito.

MÉTODO DE PRUEBA DE CAPACITANCIA

Este método usa la medición de capacitancia (nF) para aproximar la ubicación de una falla cuando el cable de calefacción presenta el cable. Además, proporciona un cálculo de la longitud total del cable de calefacción en un circuito sin cortes. Esta lectura debe tomarse en la conexión de alimentación y sólo funcionará cuando el cable de calefacción ha pasado la prueba IR. Esta información se usa para calcular la salida del cable de calefacción por pie lineal o para determinar si se ha excedido la longitud máxima.

Registre la lectura de capacitancia desde un extremo del cable de calefacción. La lectura de capacitancia debe medirse entre ambos cables bus trenzados juntos (conductor positivo) y la funda (conductor negativo).

Multiplique la capacitancia medida con el factor de capacitancia del cable de calefacción de acuerdo a la siguiente tabla.

Ejemplo:

20XTV2-CT	
Capacitancia registrada	= 16.2 nF
Factor de capacitancia	= 10.1 pie/nF
Localización de falla	= 16.2 x 10.1 nF
	= 164 pies (50 m)
	desde la ubicación
	de la lectura

Como alternativa, se pueden utilizar los valores de capacitancia del extremo delantero y posterior. La relación de un valor de capacitancia tomado en un extremo (A) dividido por la suma de ambos A y B (A + B) y multiplicado por 100 veces la distancia desde el primer extremo, expresado como un porcentaje de la longitud del circuito de calefacción.

9

Procedimientos de prueba

Factores de capacitancia del cable de calefacción

Número de catálogo de cable	Factor de capacitancia	Número de catálogo de cable	Factor de capacitancia
3BTV1-CR	7.5	15QTVR1-CT	3.3
3BTV2-CT		20QTVR1-CT	
3BTV1-CR		20QTVR2-CT	
3BTV2-CT		5XTV1-CT-T3	10.8
5BTV1-CR	7.5	5XTV2-CT-T3	11.1
5BTV2-CT		10XTV1-CT-T3	10.3
5BTV1-CR		10XTV2-CT-T3	10.7
5BTV2-CT		15XTV1-CT-T3	9.7
8BTV1-CR	5.5	15XTV2-CT-T3	9.9
8BTV2-CT		20XTV1-CT-T2	9.3
8BTV1-CR		20XTV2-CT-T2	10.1
8BTV2-CT		5KTV1-CT	10.8
10BTV1-CR	5.5	5KTV2-CT	11.1
10BTV2-CT		8KTV1-CT	10.3
10BTV1-CR		8KTV2-CT	10.5
10BTV2-CT		15KTV1-CT	9.7
10QTVR1-CT	4.7	15KTV2-CT	9.9
10QTVR2-CT		20KTV1-CT	9.3
15QTVR2-CT		20KTV2-CT	10.1
		All VPL-CT	9.4

10

Guía para la solución de problemas

Problema

Causas probables

Resistencia de aislación baja o inconsistente

Abolladuras o cortes en el cable de calefacción.

Cortocircuito entre la funda y el centro del cable de calefacción o la funda y la tubería.

Arqueo debido a aislación de cable de calefacción dañada.

Humedad presente en los componentes.

Los cables de prueba tocan la caja de empalmes.

El alta temperatura de la tubería podría producir una lectura IR baja.

Pruebas de referencia:

Problema

Causas probables

El disyuntor de circuito se activa

El disyuntor de circuito es demasiado pequeño.

Inicio a temperatura demasiado baja. Las conexiones y/o empalmes están cortocircuitando.

El daño físico del cable de calefacción está produciendo un cortocircuito directo.

Cables bus conectados en el extremo.

Abolladuras o cortes existentes en el cable de calefacción o el cable de alimentación con humedad presente o humedad en las conexiones.

GFPD demasiado pequeño (5 mA usado en lugar de 30 mA) o mal cableado.

Pruebas de referencia:

10

Guía para la solución de problemas

Acción correctiva

Compruebe la alimentación, el empalme, la te y las conexiones de los extremos en busca de cortes, distancias de despojado incorrectas y señales de humedad. Si el cable de calefacción aún no está aislado, inspeccione visualmente la longitud completa en busca de daños, especialmente en codos y bridas y alrededor de las válvulas. Si el sistema está aislado, desconecte la sección del cable de calefacción entre la alimentación conjuntos, empalmes, etc. y verifique nuevamente para aislar la sección dañada.

Reemplace las secciones dañadas del cable de calefacción y vuelva a cubrir cualquier conexión incorrecta o dañada.

Si existe humedad, seque las conexiones y realice nuevamente la prueba. Asegúrese de que todas las entradas de conductos estén selladas y que la condensación en los conductos no podrá ingresar a las cajas de conexión de alimentación. Si el centro del cable de calefacción o cables bus están expuestos a grandes cantidades de agua, reemplace el cable de calefacción. (Secar el cable no es suficiente ya que la salida de alimentación del cable de calefacción puede reducirse en forma significativa.)

Retire los cables de prueba desde la caja de empalmes y vuelva a iniciar.

Vuelva a realizar la prueba a temperatura ambiente en caso de ser necesario.

Prueba de resistencia de aislación, Inspección visual

Acción correctiva

Vuelva a comprobar el diseño para la temperatura de inicio y las cargas de corriente. No sobrepase la longitud máxima de circuito para el cable de calefacción usado. Compruebe para ver si el tamaño del cable de alimentación existente es compatible con el disyuntor de circuito. Reemplace el disyuntor de circuito si está defectuoso o no posee el tamaño adecuado. Inspeccione visualmente que las conexiones de alimentación, empalmes y sellos de extremo estén correctamente instaladas, corrija en caso de ser necesario.

Compruebe en busca de señales visuales de daño alrededor de las válvulas, bombas y cualquier área donde se pueda requerir trabajo de mantenimiento. Compruebe que no exista aislación aplastada o dañada a lo largo de la tubería. Reemplace las secciones dañadas del cable de calefacción.

Compruebe el sello del extremo para asegurarse de que los cables bus están correctamente terminados de acuerdo a las instrucciones de instalación. Si se encuentra un cortocircuito, puede que el cable de calefacción se haya dañado permanentemente debido a corriente excesiva y puede que sea necesario su reemplazo.

Reemplace el cable de calefacción según sea necesario. Seque y vuelva a sellar las conexiones y empalmes. Usando un megaóhmetro, vuelva a probar la resistencia de aislación.

Reemplace el GFPD pequeño por un GFPD de 30 mA. Compruebe las instrucciones de cableado del GFPD.

Prueba de resistencia de aislación, Prueba de localización de falla, Inspección visual

10

Guía para la solución de problemas

Problema

Causas probables

Temperatura baja en tubería

La aislación está mojada o falta aislación.

Falta cable de calefacción en válvulas, soportes y otros disipadores térmicos.

El termostato fue configurado erróneamente.

Diseño térmico incorrecto utilizado.

Voltaje incorrecto aplicado.

La termocupla no está en contacto con la tubería.

Pruebas de referencia:

Problema

Causas probables

No hay salida de alimentación o es baja

No hay voltaje aplicado o es bajo.

El circuito es más corto que lo mostrado en el diseño, debido a los empalmes o tes no conectadas o el cable de calefacción presenta un corte.

Conexión de componentes incorrecta causando una conexión de alta resistencia.

El termostato de control está cableado en la posición normalmente abierta.

La tubería posee una temperatura elevada.

El cable de calefacción ha sido expuesto a temperatura excesiva, humedad o productos químicos.

Pruebas de referencia:

10

Guía para la solución de problemas

Acción correctiva

Retire la aislación mojada y reemplace por aislación seca y asegure con la impermeabilización adecuada.

Empalme cable de calefacción adicional pero no exceda la longitud máxima del circuito.

Vuelva a configurar el termostato.

Contacte a su representante de Pentair Thermal Management para confirmar el diseño y realizar las modificaciones siguiendo las recomendaciones.

Vuelva a instalar la termocupla en la tubería.

Compruebe la alimentación, inspección visual

Acción correctiva

Repare las líneas y equipos de suministro eléctrico.

Compruebe el trazado y longitud del cable de calefacción (use los diseños de montaje para conocer el diseño de tubería real).

Conecte todos los empalmes y tes. Ubique y reemplace los cables de calefacción dañados. A continuación, vuelva a comprobar la salida de alimentación.

Compruebe en busca de conexiones de cable sueltas y vuelva a conectar en caso de ser necesario.

Vuelva a conectar el termostato en la posición normalmente cerrada.

Compruebe la temperatura de la tubería. Verifique la selección del disipador. Compruebe la salida de alimentación del cable de calefacción según el diseño versus el real. Reduzca la temperatura de la tubería en caso de ser posible o contacte a su representante de Pentair Thermal Management para confirmar el diseño.

Reemplace el cable de calefacción dañado. Compruebe la temperatura de la tubería. Compruebe la salida de alimentación del cable de calefacción.

Compruebe la alimentación, Prueba de localización de falla, Inspección visual

11

Registro de instalación e inspección

Registro de instalación e inspección de rastreo de calor Pentair Thermal Management

Instalación		
Número de circuito		
Tipo de cable de calefacción		
Longitud de circuito		
Puesta en marcha		
Fecha de inspección:		
Inspección visual		
Inspección visual dentro de las cajas de conexión en busca de señales de sobrecalentamiento, corrosión, humedad, conexiones sueltas y otros problemas.		
Conexión eléctrica adecuada, tierra y cables bus aislados en su totalidad.		
Aislación térmica dañada o húmeda: dañada, faltante, revestimiento o hermeticidad agrietados, espacios en el sellado.		
Sellos para extremos cubiertos, empalmes y tes correctamente etiquetados sobre el revestimiento de aislación.		
Sistema de control y monitoreo revisado en busca de humedad, corrosión, punto de configuración, funcionamiento de interruptores, daño capilar y protección.		
Prueba de resistencia de aislación (Megger)	Ohms	
Prueba A	500 Vdc	
(bus a funda)	1000 Vdc	
	2500 Vdc	
Prueba B	500 Vdc	
(funda a tubería)	1000 Vdc	
	2500 Vdc	
Comprobación de alimentación		
Voltaje de circuito		
Panel	(Vac)	
Extremo de circuito*	(Vac)	
Amperes de circuito después de 10 mins.	(Amps)	
Temperatura de tubería	(°F)	
Alimentación = Voltios x amps/pie	(vatios/pie)	

* Sólo puesta en marcha

11

Registro de instalación e inspección

Pentair Thermal Management

Registro de instalación e inspección de rastreo de calor

Instalación

Número de circuito

Tipo de cable de calefacción

Longitud de circuito

**Puesta en
marcha**

Fecha de inspección:

Inspección visual

Inspección visual dentro de las cajas de conexión en busca de señales de sobrecalentamiento, corrosión, humedad, conexiones sueltas y otros problemas.

Conexión eléctrica adecuada, tierra y cables bus aislados en su totalidad.

Aislación térmica dañada o húmeda: dañada, faltante, revestimiento o hermeticidad agrietados, espacios en el sellado.

Sellos para extremos cubiertos, empalmes y tes correctamente etiquetados sobre el revestimiento de aislación.

Sistema de control y monitoreo revisado en busca de humedad, corrosión, punto de configuración, funcionamiento de interruptores, daño capilar y protección.

Prueba de resistencia de aislación (Megger)

Ohms

Prueba A 500 Vdc

(bus a funda) 1000 Vdc

2500 Vdc

Prueba B 500 Vdc

(funda a tubería) 1000 Vdc

2500 Vdc

Comprobación de alimentación

Voltaje de circuito

Panel (Vac)

Extremo de circuito* (Vac)

Amperes de circuito después de 10 mins. (Amps)

Temperatura de tubería (°F)

Alimentación = Voltios x amps/
pie (vatios/pie)

* Sólo puesta en marcha

11

Registro de instalación e inspección

Registro de instalación requerido para ubicaciones peligrosas Clase I, División 1

Para completar el proceso de aprobación FM, debe devolver este formulario completo al Centro de Asistencia al Cliente Pentair Thermal Management (número de fax (800) 527-5703)

Nombre de compañía _____

ID de circuito N° _____

Área _____

Temp. de autoencendido (AIT): _____

Circuito de disipador

Tipo de calentador: _____

Voltaje de suministro: _____

Temp. máxima de tubería: _____

Componentes

Conexión de energía _____

Te _____

Equipo de falla a tierra

Fabricante y modelo: _____

Instrucciones de instalación

Componentes correctos según la especificación del fabricante: _____

Uniones de sello abiertas e inspeccionadas (correctamente vertidas): _____

Dispositivo de fuga a tierra probado: _____

Prueba de resistencia de aislación

Uso de 2500 Vcd para cables de auto regulación y limitación de alimentación

Instrumento usado: _____

Medido en la tubería antes de instalar la tubería*

Resistencia de aislación entre conductor y funda (Prueba A) _____

Resistencia de aislación entre funda y tubería (Prueba B) _____

Medido después de instalar la aislación*

Resistencia de aislación entre conductor y funda (Prueba A) _____

Resistencia de aislación entre funda y tubería (Prueba B) _____

* La resistencia de aislación mínima debe ser 1000 MΩ

Circuito listo para su puesta en marcha

Preparado por _____

Aprobado por _____

Orden de compra N° _____

Diseño(s) de referencia _____

Clasificación de grupo: _____

Longitud de circuito: _____

ID de temp. (clasificación T) _____

Empalme: _____

Sello de extremo: _____

Nivel de disparo de dispositivo: _____

Fecha de calibración:

Valor de prueba

Fecha

Iniciales

Valor de prueba

Fecha

Iniciales

Compañía

Fecha

Compañía

Fecha



WWW.PENTAIRTHERMAL.COM

NORTH AMERICA

Tel: +1.800.545.6258
Fax: +1.800.527.5703
Tel: +1.650.216.1526
Fax: +1.650.474.7711
thermal.info@pentair.com

EUROPE, MIDDLE EAST, AFRICA

Tel: +32.16.213.511
Fax: +32.16.213.603
thermal.info@pentair.com

ASIA PACIFIC

Tel: +86.21.2412.1688
Fax: +86.21.5426.2937
cn.thermal.info@pentair.com

LATIN AMERICA

Tel: +1.713.868.4800
Fax: +1.713.868.2333
thermal.info@pentair.com

Pentair, TraceCalc Pro, HAK-C-100, HAK-JB3-100, BTV, HBTv, QTvR, HQTV, XTV, HXTV, KTV, VPL, JBM-100, S-150, T-100, E-100, JBS-100 and VPL are owned by Pentair or its global affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. Pentair reserves the right to change specifications without prior notice.

Pentair, TraceCalc Pro, HAK-C-100, HAK-JB3-100, BTV, HBTv, QTvR, HQTV, XTV, HXTV, KTV, VPL, JBM-100, S-150, T-100, E-100, JBS-100 e VPL são propriedade da Pentair ou de suas afiliadas globais. Todas as demais marcas pertencem a seus respectivos titulares. A Pentair reserva-se o direito de alterar as especificações sem aviso prévio.

Pentair, TraceCalc Pro, HAK-C-100, HAK-JB3-100, BTV, HBTv, QTvR, HQTV, XTV, HXTV, KTV, VPL, JBM-100, S-150, T-100, E-100, JBS-100 y VPL son marcas de Pentair o sus asociados. El resto de las marcas registradas son propiedad de sus respectivos dueños. Pentair se reserva el derecho de cambiar las especificaciones sin previo aviso.

© 2002–2014 Pentair.