

**Raychem®**

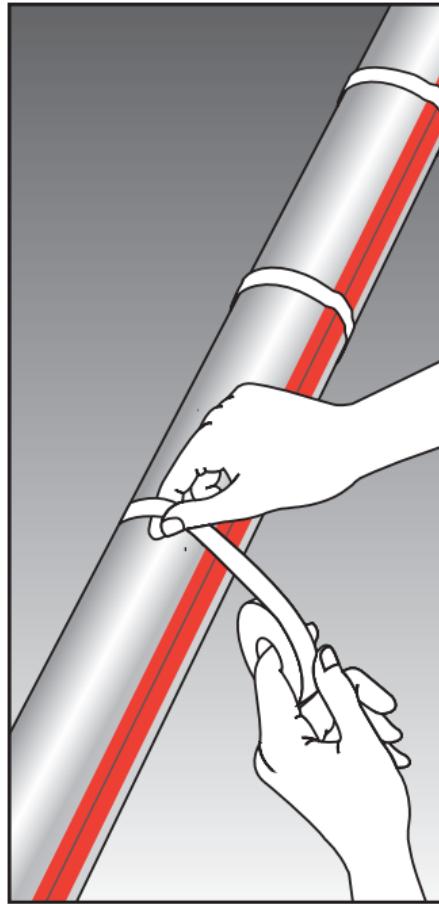
Register for your  
extended warranty at  
[www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com)



## Industrial Heat-Tracing Installation and Maintenance Manual

## Manual de Instalação e Manutenção de Aquecimento Industrial

## Manual de instalación y mantenimiento de trazado eléctrico industrial



**Self-Regulating and Power-Limiting Heating Cable Systems**

**Sistemas de cabos aquecedores autorreguláveis e com limite de potência**

**Autorregulación y limitación de potencia  
Sistemas de cable calefactor**

**tyco**

Thermal Controls



## **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 Tyco Thermal Controls requirements, agency certifications, and the 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 Tyco Thermal Controls 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.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com) or from the Tyco Thermal Controls Customer Service Center.

# Table of Contents

1	General Information	1–2
2	Heating Cable Selection	3
3	Heating Cable Installation	3–15
4	Heating Cable Components	16
5	Control and Monitoring	17–18
6	Thermal Insulation	19
7	Power Supply and Electrical Protection	20
8	Commissioning and Preventive Maintenance	21–22
9	Test Procedures	23–31
10	Troubleshooting Guide	32–35
11	Installation and Inspection Records	36–41



## 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, QTVR, XTV, and VPL heating cables and the appropriate Raychem components.

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

#### Tyco Thermal Controls

307 Constitution Drive  
Menlo Park, CA 94025-1164

USA

Tel (800) 545-6258

Tel (650) 216-1526

Fax (800) 527-5703

Fax (650) 474-7711

[info@tycothermal.com](mailto:info@tycothermal.com)

**[www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com)**



***Important: For the Tyco Thermal Controls 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.

## 1.3

### Electrical Codes

Sections 427 (pipelines and vessels) and 500 (classified locations) of the National Electrical Code (NEC), 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* (Tyco Thermal Controls 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  $-40^{\circ}\text{F}$  ( $-40^{\circ}\text{C}$ ).

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 Tyco Thermal Controls web site, [www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.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:  $-40^{\circ}\text{F}$  ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) to  $140^{\circ}\text{F}$  ( $60^{\circ}\text{C}$ ).
- 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.

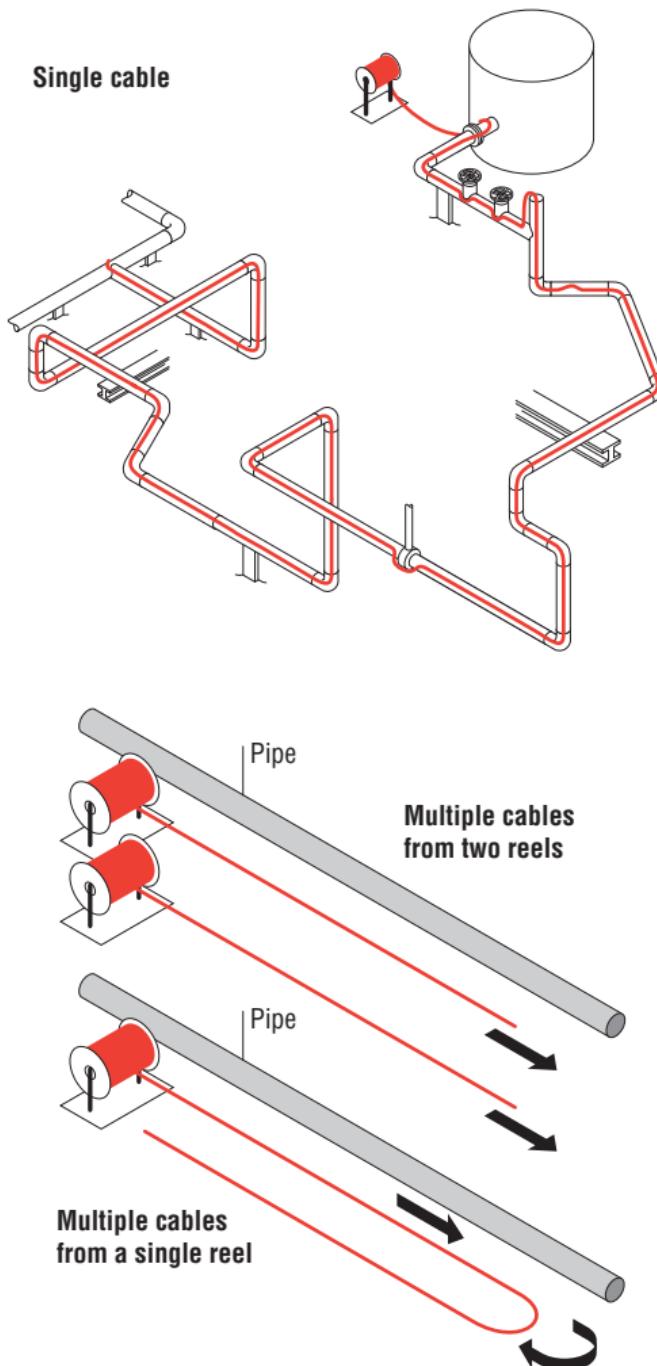
# 3

# 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.



## 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

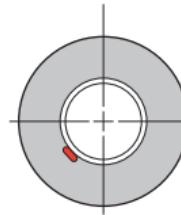


**WARNING: Fire and Shock Hazard. Do not install damaged cable. Components and cable ends must be kept dry before and during installation.**

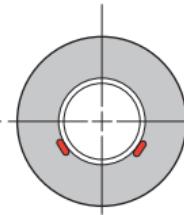
## Positioning heating cables

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**



# 3

# Heating Cable Installation

## Attachment tapes

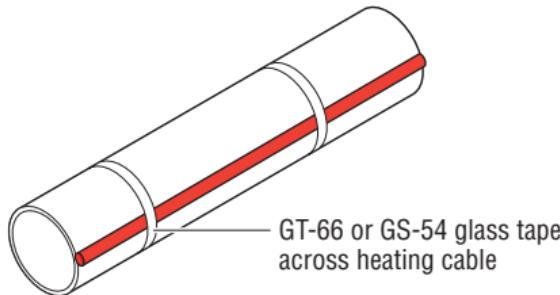
Use one of the following Raychem attachment tapes to secure the heating cable on the pipe: GT-66 or GS-54 fiberglass tape, or AT-180 aluminum tape.

### ***GT-66 fiberglass tape***

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

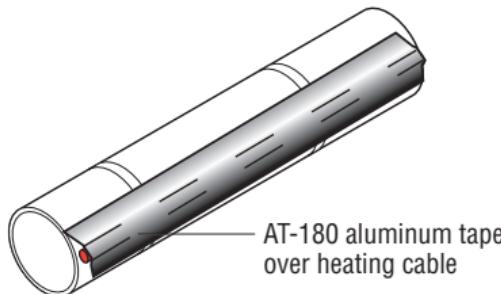
### ***GS-54 fiberglass tape***

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



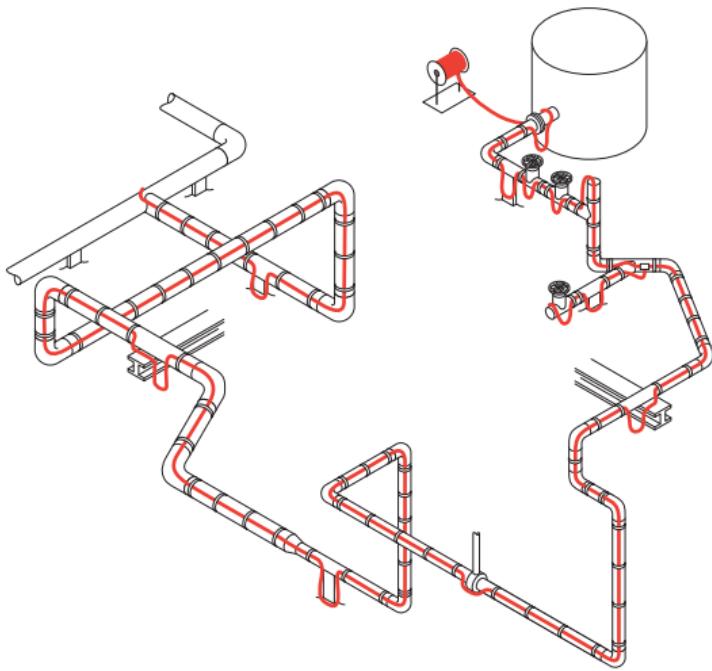
### ***AT-180 aluminum tape***

- 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.

## 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.

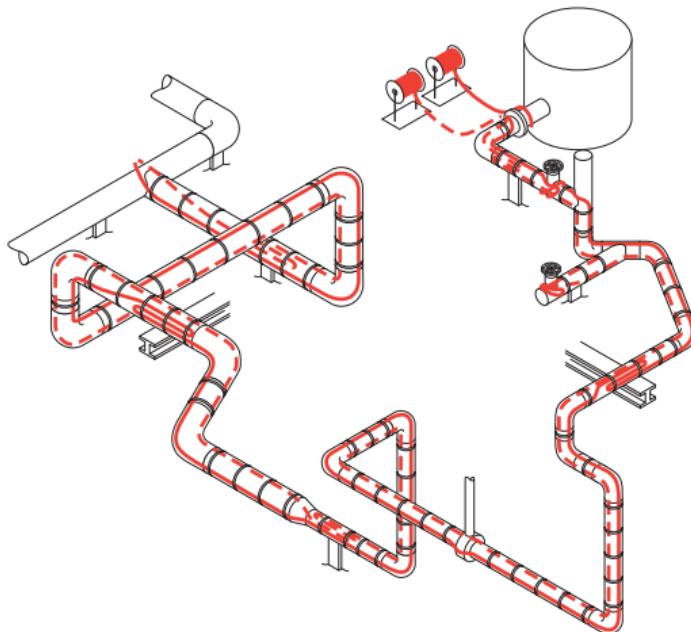
Allow a loop of extra cable for each heat sink, such as pipe supports, valves, flanges, and instruments, as detailed by the design. Refer to “Typical Installation Examples” for attaching heating cable to heat sinks.

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

## Multiple cables and spiraling

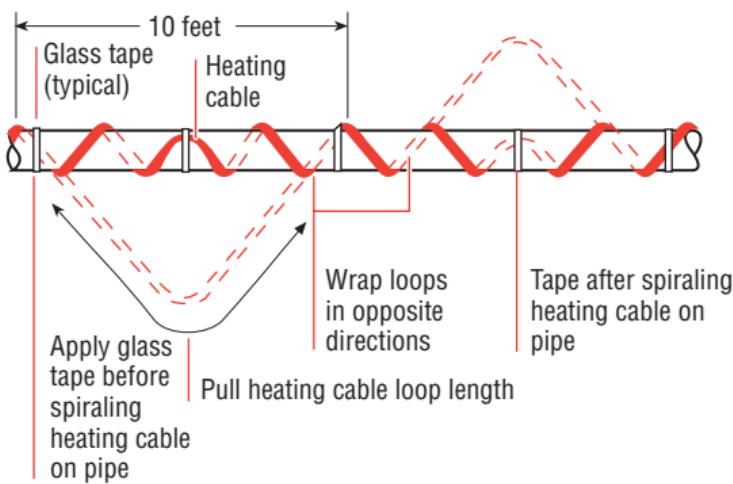
There are two situations where multiple heating cable runs may be required:

- **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.

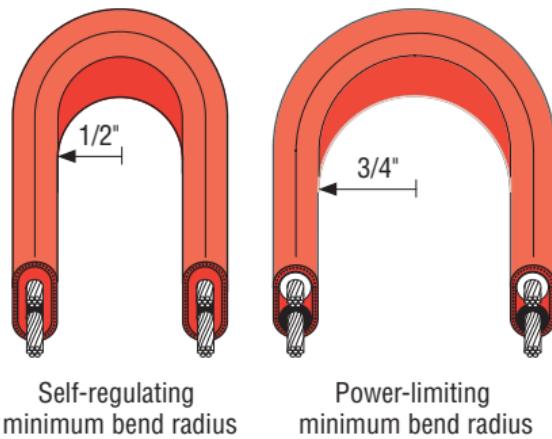


## Spiral tracing

When the design calls for spiralling, 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.



## 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.

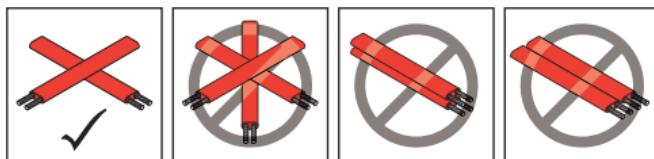


### Crossing the cable

Self-Regulating cables, BTV, QTVR, XTV, 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

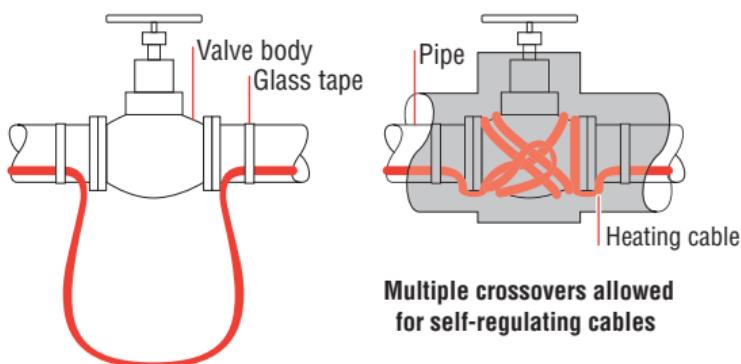
Cut the heating cable to length after it is attached to the pipe.

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

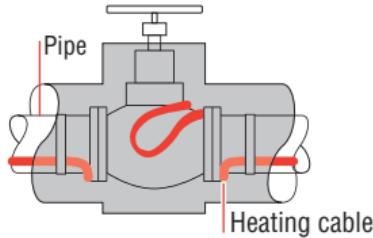
## Typical installation examples

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.

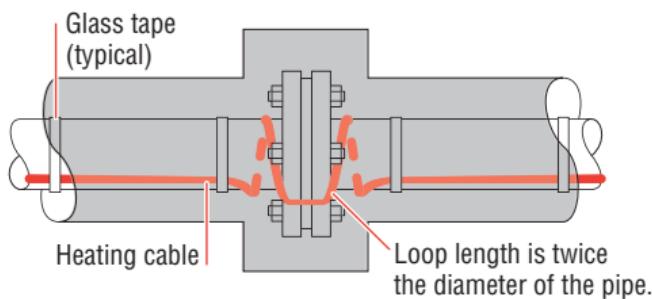
### Valve



**Note:** Cable loop length varies depending on heat loss.



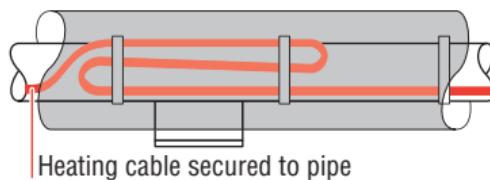
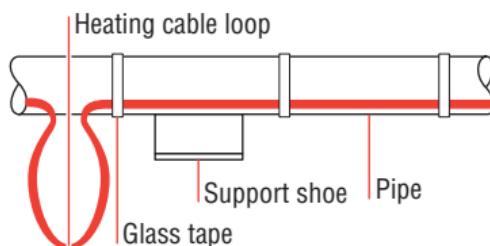
### Flange



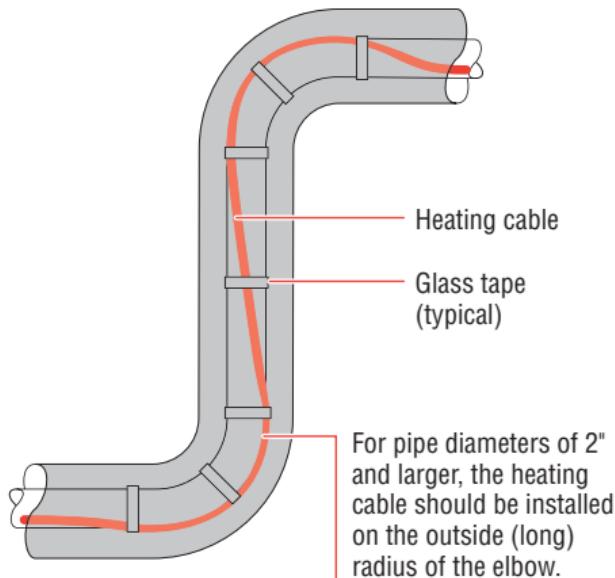
# 3

## Heating Cable Installation

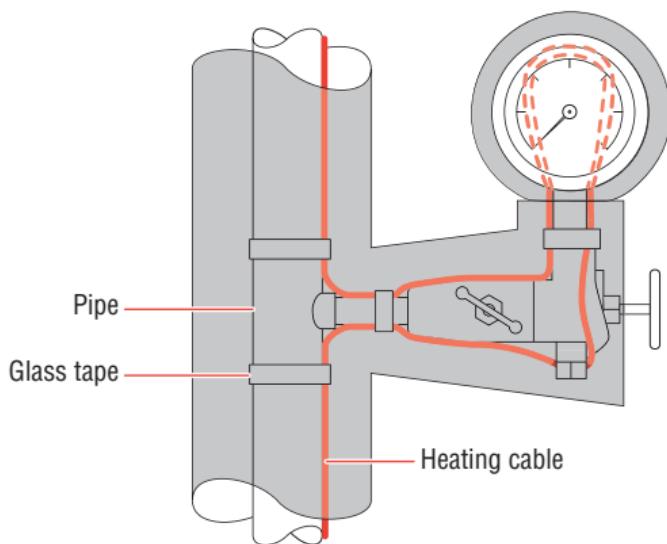
### Pipe support shoe



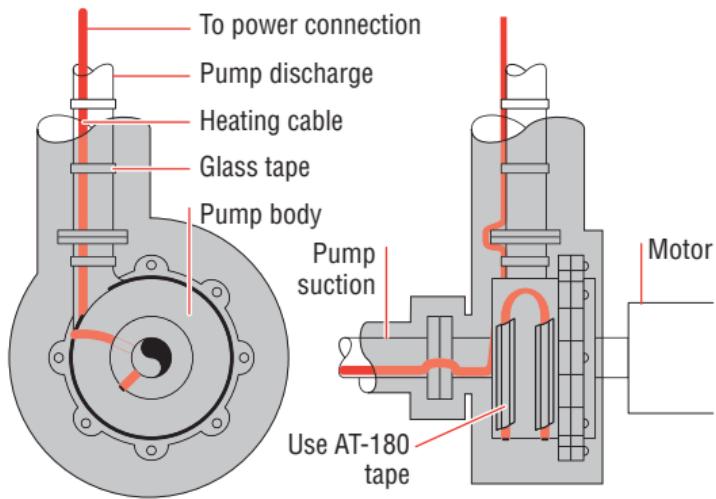
### Elbow



## Pressure gauge



## Split case centrifugal pump

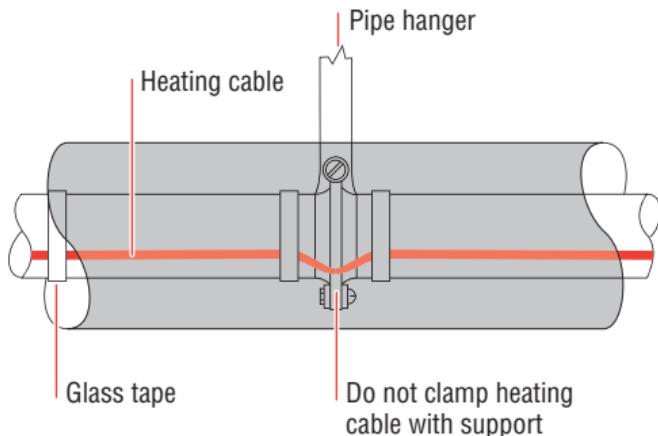
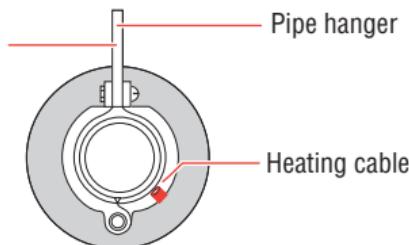


# 3

## 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.
- 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.



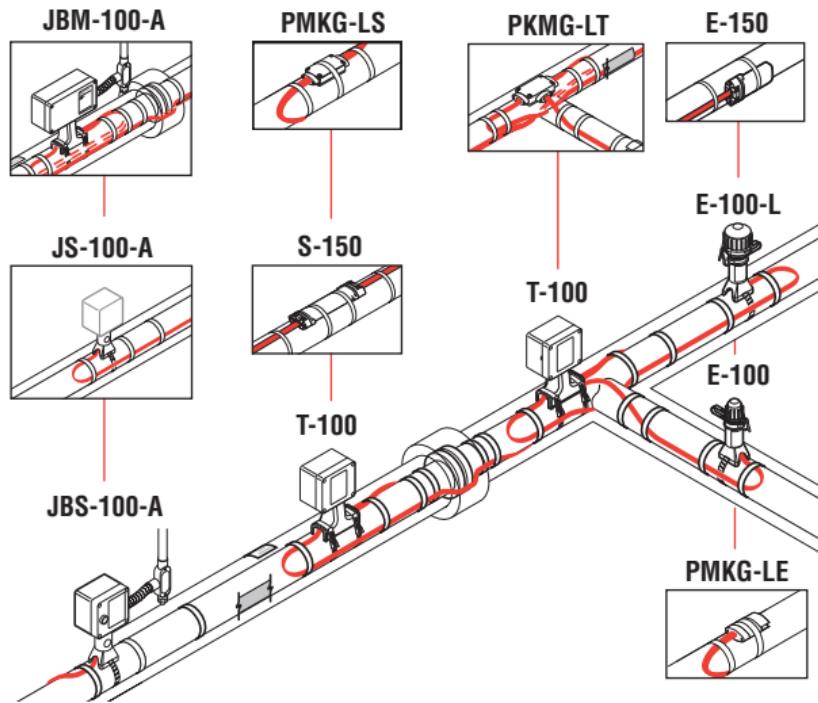
**WARNING:** The black heating cable core and fibers are electrically conductive and can short. They must be properly insulated and kept dry. Damaged bus wires can overheat or short. Do not break bus wire strands when stripping the heating cable.

# 4

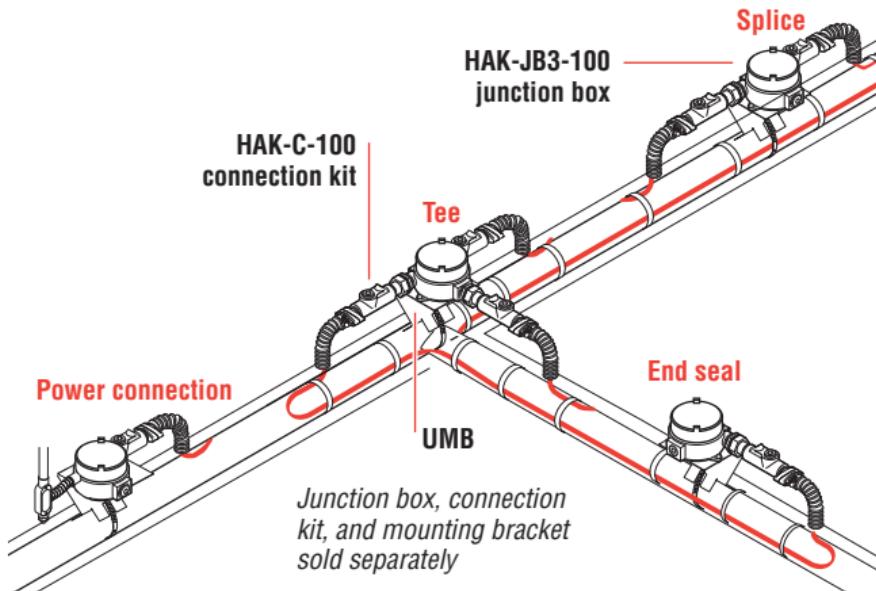
## Heating Cable Components

### Raychem Components for Nonhazardous, CID2 and Zone 1 Hazardous Locations

Power Connection      Splice      Tee      End Seal



### 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.

Tyco Thermal Controls 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 Tyco Thermal Controls representative.

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

### Tyco Thermal Controls Control and Monitoring Products

	THERMOSTATS		CONTROLLERS			
	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2		DigiTrace Series <sup>1, 2</sup>			
AMC-F5	E507S-LS					
AMC-1A	E507S-2LS-2					
AMC-1H	Raystat-EX03-A		910	920	200N	T2000
						NGC-30
<b>Control</b>						
Ambient sensing	■		●	●	●	●
Line-sensing		■	●	●	●	●
PASC			●	●	●	●
<b>Monitoring</b>						
Ambient temperature			●	●	●	●
Pipe temperature			●	●	●	●
Ground fault			●	●	●	●
Continuity <sup>3</sup>				●		●
Current			●	●	●	●
<b>Location</b>						
Local	■	■	●	●	●	●
Remote			●	●	●	●
Hazardous	AMC-1H	E507S	●	●	●	●
<b>Communications</b>						
Local display			●	●	●	●
Remote display			●	●	●	●
Network to DCS			●	●	●	●

<sup>1</sup> DigiTrace controllers used in CID1 areas require the use of appropriate hazardous area enclosures or Z-purge systems.

<sup>2</sup> 480 V VPL must use DigiTrace 920, 200N, T2000 or NGC-30 controllers only.

<sup>3</sup> 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.

Tyco Thermal Controls, 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 Tyco Thermal Controls 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.

Tyco Thermal Controls 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.

## 8.2

### Preventive Maintenance

Recommended maintenance for Tyco Thermal Controls 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.

## 9.1

### 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 megohmmeter) 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.
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.



**Note:** 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.

## ***Insulation resistance criteria***

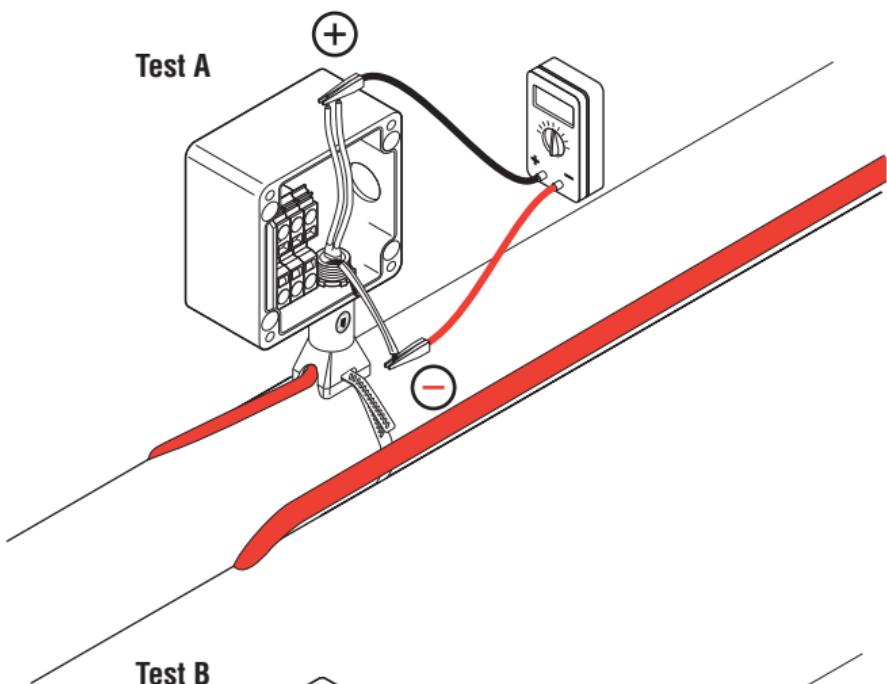
A clean, dry, properly installed circuit should measure thousands of megohms, regardless of the heating cable length or measuring voltage (0–2500 Vdc). The following criteria are provided to assist in determining the acceptability of an installation where optimum conditions may not apply.

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

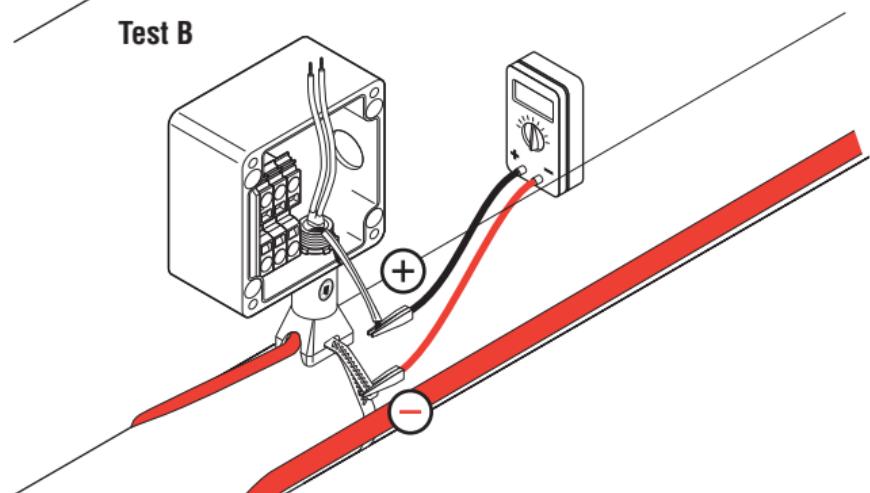


**Note: Insulation resistance values for Test A and B; for any particular circuit, should not vary more than 25 percent as a function of measuring voltage. Greater variances may indicate a problem with your heat-tracing system; confirm proper installation and/or contact Tyco Thermal Controls for assistance.**

Test A



Test B



## 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 or m) 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.
- 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***

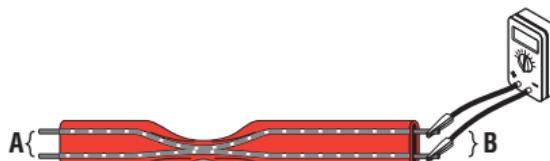
There are three methods used for finding a fault within a section of heating cable: the ratio method, 1/R method, and the capacitance method. The capacitance method can also be used to determine total heating cable length.

### **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.



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

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

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

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

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

## 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 may 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.

## 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 =  $16.2 \times 10.1$  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.

## 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		All VPL-CT	9.4
10BTV1-CR	5.5		
10BTV2-CT			
10BTV1-CR			
10BTV2-CT			
10QTVR1-CT	4.7		
10QTVR2-CT			
15QTVR2-CT			

<b>Symptom</b>	<b>Probable Causes</b>
Low or inconsistent insulation resistance	Nicks or cuts in the heating cable. Short between the braid and heating cable core or the braid and pipe.
	Arcing due to damaged heating cable insulation. Moisture present in the components.
	Test leads touching the junction box. High pipe temperature may cause low IR reading.
	<b>Reference tests:</b>
<b>Symptom</b>	<b>Probable Causes</b>
Circuit breaker trips	Circuit breaker is undersized. Start-up at too low a temperature. Connections and/or splices are shorting out.
	Physical damage to heating cable is causing a direct short.
	Bus wires are connected at the end.
	Nick or cut exists in heating cable or power feed wire with moisture present or moisture in connections. GFPD is undersized (5 mA used instead of 30 mA) or miswired.
	<b>Reference tests:</b>

## **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**

Symptom	Probable Causes
Low pipe temperature	<p>Insulation is wet, or missing.</p> <p>Insufficient heating cable was used on valves, supports, and other heat sinks.</p> <p>Thermostat was set incorrectly.</p> <p>Improper thermal design used.</p> <p>Improper voltage applied.</p> <p>Thermocouple is not in contact with pipe.</p>
<b>Reference tests:</b>	
Symptom	Probable Causes
Low or no power output	<p>Low or no input voltage applied.</p> <p>The circuit is shorter than the design shows, due to splices or tees not being connected, or the heating cable having been severed.</p> <p>Improper component connection causing a high-resistance connection.</p> <p>Control thermostat is wired in normally open position.</p> <p>Pipe is at an elevated temperature.</p> <p>The heating cable has been exposed to excessive temperature, moisture or chemicals.</p>
<b>Reference tests:</b>	

## **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 Tyco Thermal Controls 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 Tyco Thermal Controls 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

## Tyco Thermal Controls 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

## Tyco Thermal Controls 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



## **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 Tyco Thermal Controls 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:** \_\_\_\_\_

---

<b>Test value</b>	<b>Date</b>	<b>Initials</b>
_____	_____	_____
_____	_____	_____

---

<b>Test value</b>	<b>Date</b>	<b>Initials</b>
_____	_____	_____
_____	_____	_____

---

**Company** \_\_\_\_\_ **Date** \_\_\_\_\_

---

**Company** \_\_\_\_\_ **Date** \_\_\_\_\_

---



## **AVISO: Risco de incêndio e choque elétrico.**

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 Tyco Thermal Controls, 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 Tyco Thermal Controls. 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.
- Estão disponíveis Fichas de Segurança de Material (MSDS) on-line no site [www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com) ou no Tyco Thermal Controls Customer Service Center.

# Índice

1	Informações gerais	1-2
2	Seleção de cabo aquecedor	3
3	Instalação do cabo aquecedor	4-15
4	Componentes do cabo aquecedor	16
5	Controle e monitoração	18
6	Isolamento térmico	19
7	Alimentação de potência e proteção elétrica	20
8	Comissionamento e manutenção preventiva	21-22
9	Procedimentos de teste	23-31
10	Guia de identificação e solução de problemas	32-35
11	Registros de instalação e de inspeção	36-41



## 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, QTVR, XTV e VPL e os componentes apropriados da Raychem.

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

#### Tyco Thermal Controls

307 Constitution Drive  
Menlo Park, CA 94025-1164  
USA  
Tel (800) 545-6258  
Tel (650) 216-1526  
Fax (800) 527-5703  
Fax (650) 474-7711  
[info@tycothermal.com](mailto:info@tycothermal.com)  
[www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com)



*Importante: Para a aplicação da garantia da Tyco Thermal Controls e das aprovações de agências, é necessário seguir as instruções incluídas neste manual e nos 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.

## 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 perigosas) e 62 (espaço elétrico fixo e aquecimento superficial) governam a instalação de sistemas de aquecimento industrial elétricos. Todas as instalações de sistemas de aquecimento 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 Tyco Thermal Controls 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 Tyco Thermal Controls na Web, [www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com), para selecionar o cabo aquecedor apropriado para a sua aplicação.

## 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.
- Inspecione 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.
- Inspecione 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.

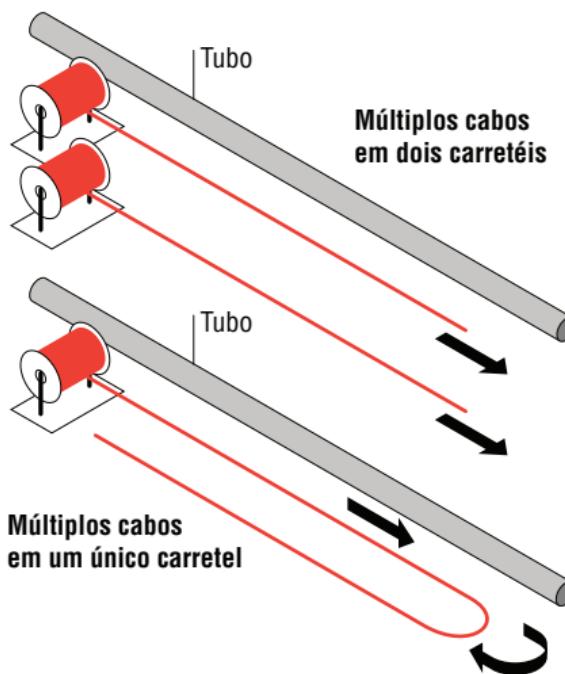
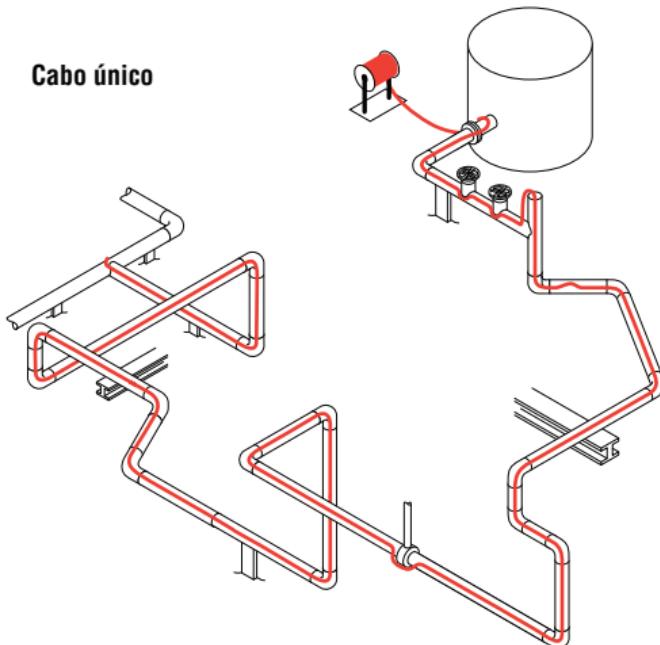
# 3

# 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.



## 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:

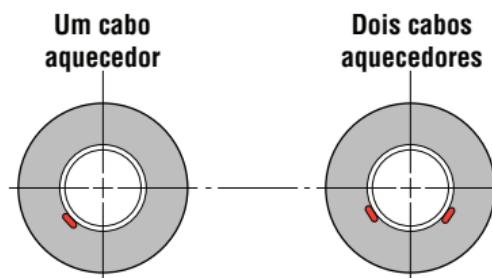
- Bordas cortantes
- Força de tração excessiva ou puxões
- Entortar e esmagar
- Caminhar sobre o cabo ou passar sobre ele com equipamentos



**AVISO: Risco de incêndio e choque elétrico. 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.



# 3

## Instalação do cabo aquecedor

### Fitas de fixação

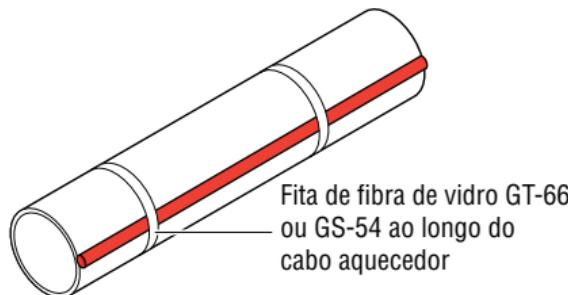
Use uma das seguintes fitas de fixação da Raychem para fixar o cabo aquecedor no tubo: Fita de fibra de vidro GT-66 ou GS-54, ou fita de alumínio AT-180.

#### **Fita de fibra de vidro GT-66**

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

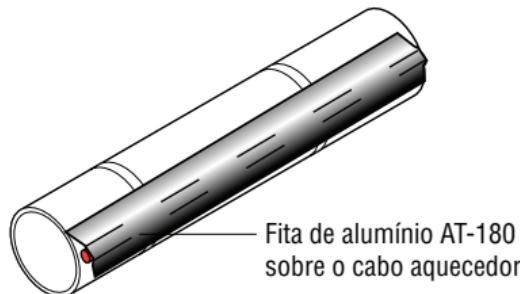
#### **Fita de fibra de vidro GS-54**

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



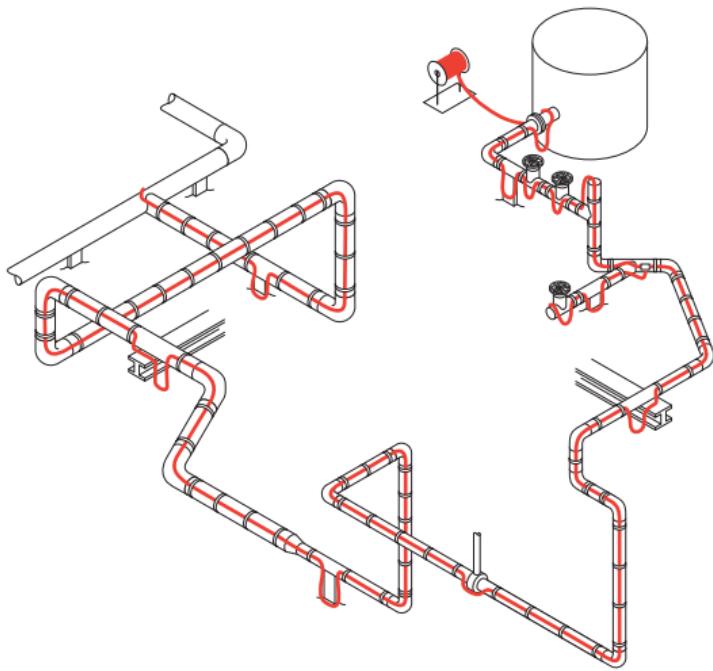
#### **Fita de alumínio AT-180**

- 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 elétrico. 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.

## 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" 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.

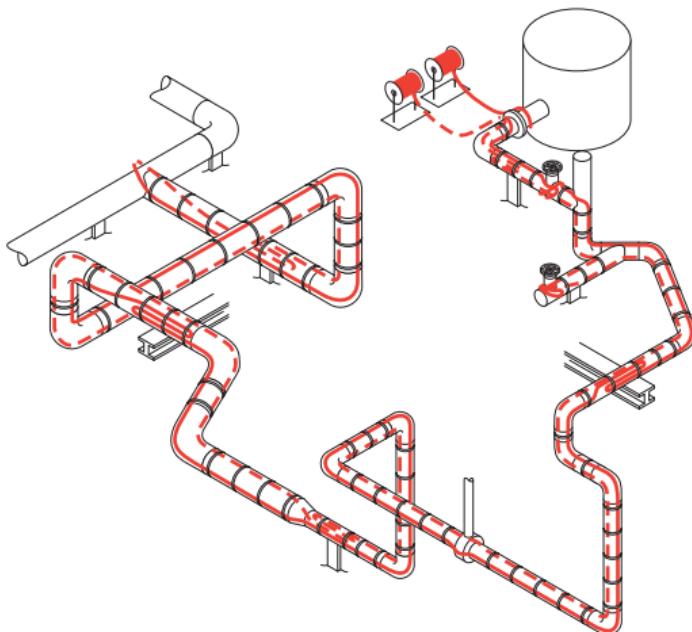
# 3

## Instalação do cabo aquecedor

### Múltiplos cabos e espirais

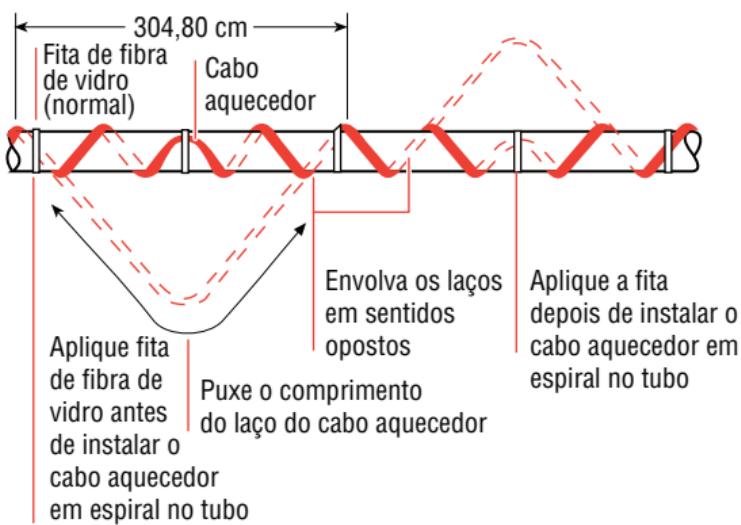
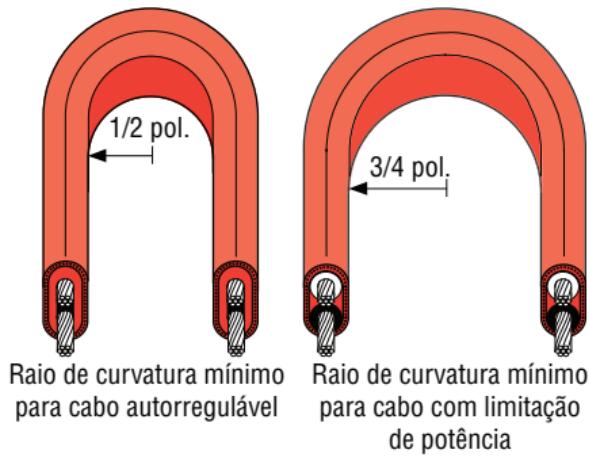
Há duas situações nas quais múltiplas passagens de cabos aquecedores podem ser necessárias:

- **Passagens 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 suspen-  
dendo um laço a cada 3 m (10 pés) de seção do tubo. Para deter-  
minar o comprimento do laço, obtenha um fator de espiral no pro-  
jeto 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.

**Curvamento do cabo**

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.

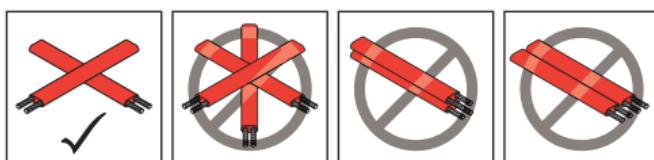


### Cruzamento do cabo

Cabos autorreguláveis, BTV, QTVR e XTV, 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:



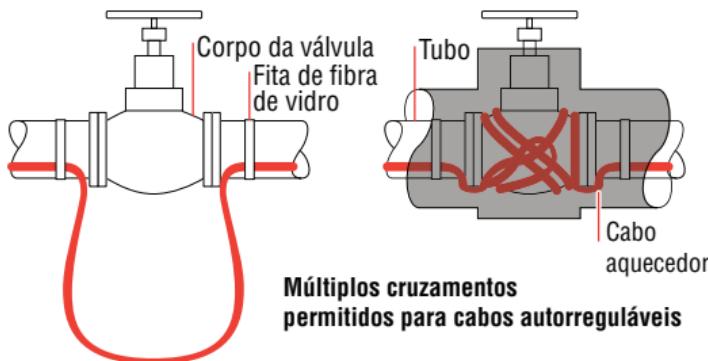
### Corte do cabo

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

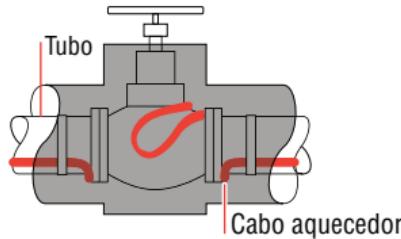
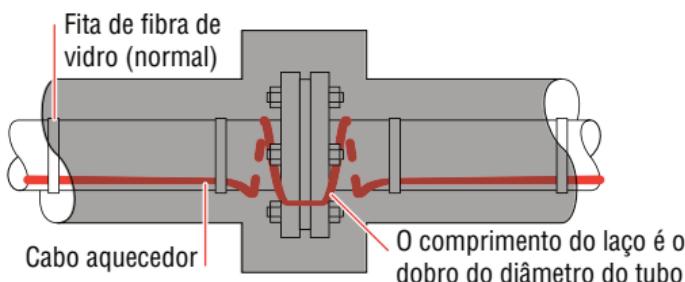
O cabo aquecedor pode ser cortado no comprimento sem afetar a saída de calor por metro.

***Exemplos típicos de instalação***

Envolve as conexões do tubo, os equipamentos e os suportes como mostrado nos exemplos a seguir para compensar de maneira adequada 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**

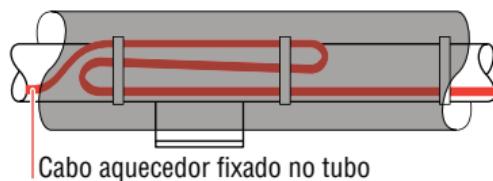
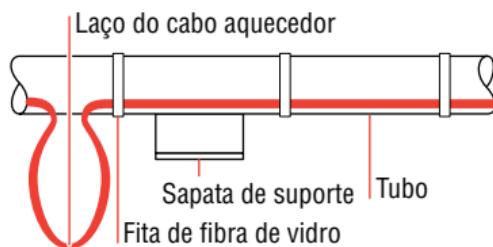
**Nota:** O comprimento do laço do cabo varia conforme a perda térmica.

**Flange**

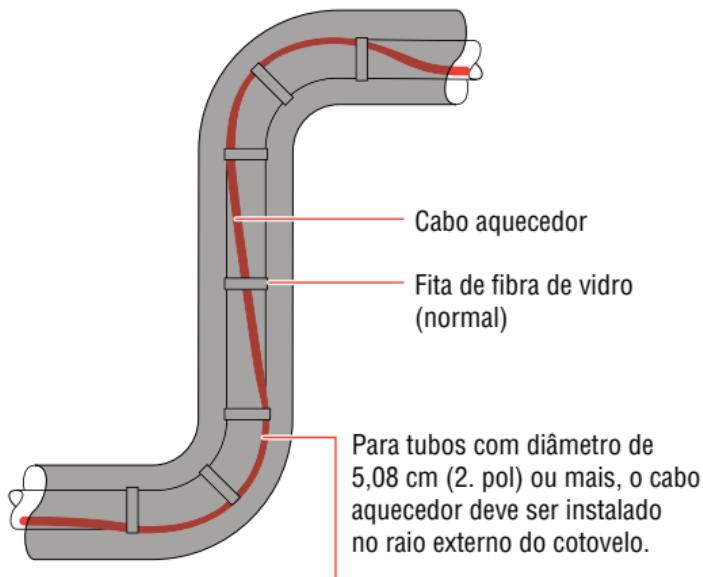
# 3

## Instalação do cabo aquecedor

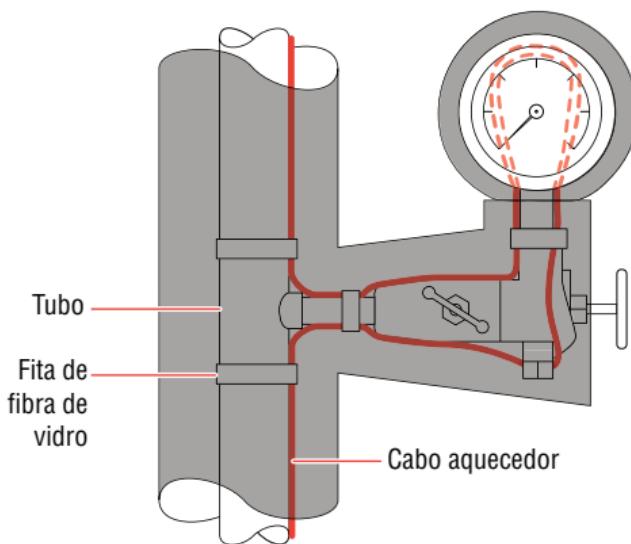
### Sapata de suporte do tubo



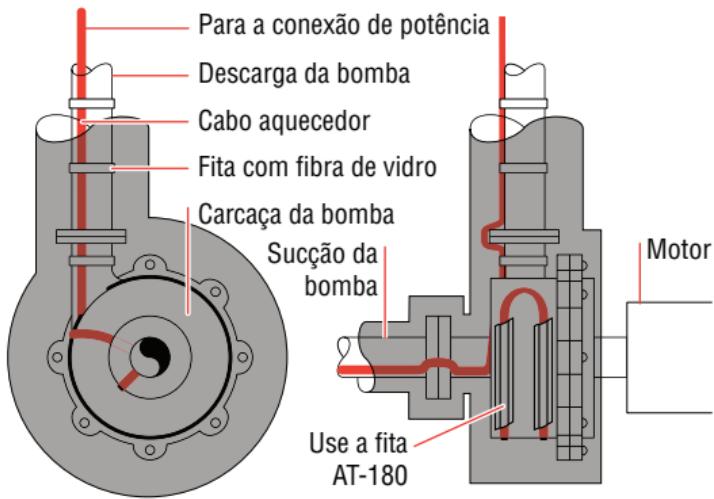
### Cotovelo



## Manômetro



## Bomba centrífuga com carcaça dividida

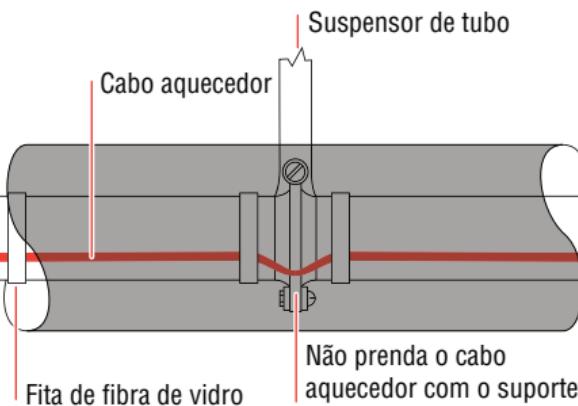
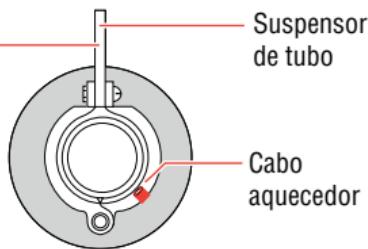


# 3

## 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.



## 4.1

### 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 no 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 30 cm (12 pol.) 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.
- 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.

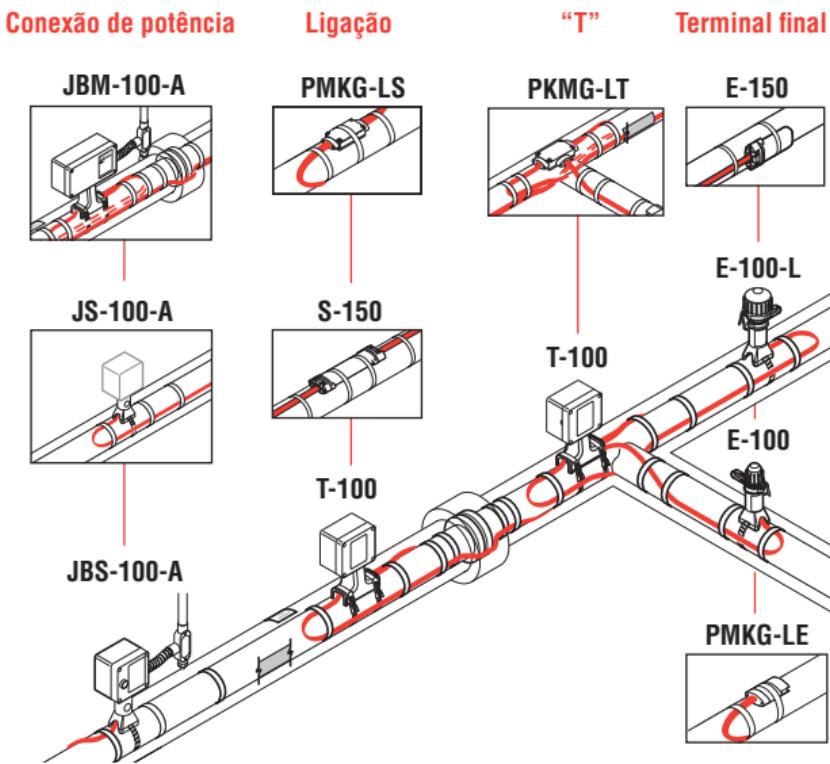


**AVISO:** O núcleo e as fibras do cabo aquecedor preto são eletricamente condutivos e podem entrar em curto. Devem ser isolados adequadamente e ser mantidos secos. Os fios do barramento danificados podem superaquecer ou entrar em curto. Não quebre os fios condutores do barramento quando desencapar o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

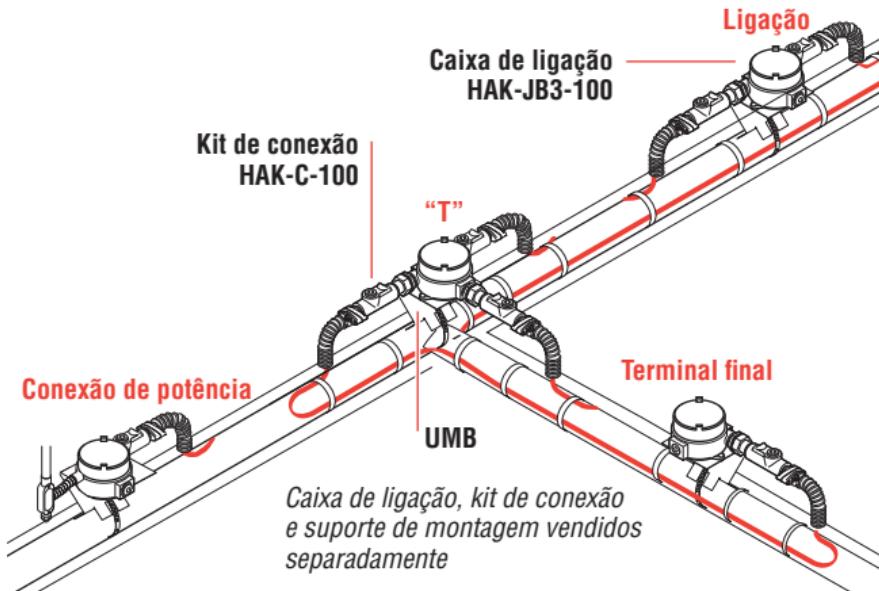
# 4

## 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 elétrico. Devem ser usados componentes especificados com a marca Raychem. Não use peças de reposição alternativas ou fita isolante de vinil.

Os produtos de controle e monitoração Tyco Thermal Controls 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 Tyco Thermal Controls.

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

#### Produtos de controle e monitoração da Tyco Thermal Controls

	TERMOSTATOS	CONTROLADORES				
	AMC-F5 AMC-1B AMC-2B-2	AMC-F5 E507S-LS AMC-1A AMC-1H	DigiTrace Séries 1, 2			
		910    920    200N    T2000    NGC-30				
<b>Controle</b>						
Sensível ao ambiente	■		●	●	●	●
Sensível à alimentação		■	●	●	●	●
PASC			●	●	●	●
<b>Monitoração</b>						
Temperatura ambiente			●	●	●	●
Temperatura do tubo			●	●	●	●
Fuga à terra			●	●	●	●
Continuidade <sup>3</sup>				●		●
Corrente			●	●	●	●
<b>Localização</b>						
Local	■	■	●	●	●	●
Remota			●	●	●	●
Risco	AMC-1H	E507S	●	●	●	●
<b>Comunicações</b>						
Display local			●	●	●	●
Display remoto			●	●	●	●
Rede com DCS			●	●	●	●

<sup>1</sup> Os controladores DigiTrace usados em áreas CID1 requerem o uso de caixas de proteção ou sistemas de purga Z apropriados para áreas perigosas.

<sup>2</sup> O modelo VPL de 480 V deve usar somente controladores DigiTrace 920, 200N, T2000 ou NGC-30.

<sup>3</sup> 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

Inspecione 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 à especificação 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 Tyco Thermal Controls, 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 aos 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 QBGFEP.

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 Tyco Thermal Controls, 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.

A Tyco Thermal Controls 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

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

### ***Inspeção visual***

Inspecione 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.

$$\text{Potência (W/pé ou m)} = \frac{V (\text{VCA}) \times \text{corrente (A)}}{\text{Comprimento (pé ou m)}}$$

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.

## 8.2

## Manutenção preventiva

A manutenção recomendada para os sistemas de aquecimento industrial da Tyco Thermal Controls 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 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.

## 9.1

### 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 isolamentos térmicos danificados ou molhados; revestimentos e impermeabilização 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 o megaohmímetro) deverá ser efetuado com três voltagens; 500, 1000 e 2500 VCC. Problemas significativos poderão não ser detectados se o teste for feito somente com 500 e 1000 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.
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 ajuste a tensão em 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 1000 e 2500 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.



***Nota: 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 locais perigosos. O teste de resistência do isolamento pode produzir fagulhas. Certifique-se de que não haja vapores inflamáveis na área antes de realizar este teste.

## Critérios de resistência do isolamento

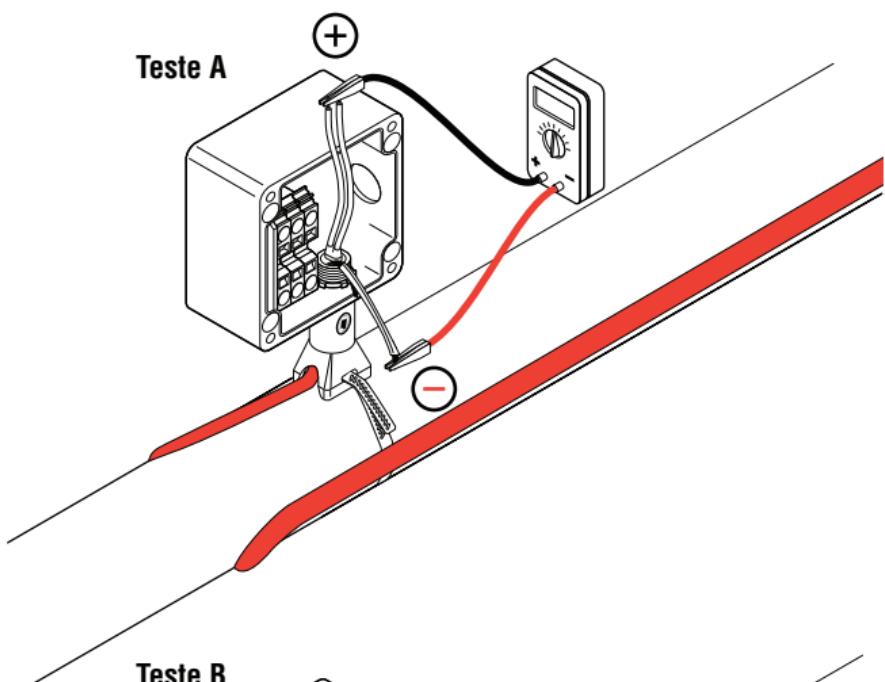
Um circuito limpo e seco, instalado corretamente, deverá medir milhares de megaohm, independentemente do comprimento do cabo aquecedor ou da tensão da medição (0 a 2500 VCC). Os critérios a seguir são fornecidos para auxiliar na determinação da aceitabilidade de uma instalação na qual podem não se aplicar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

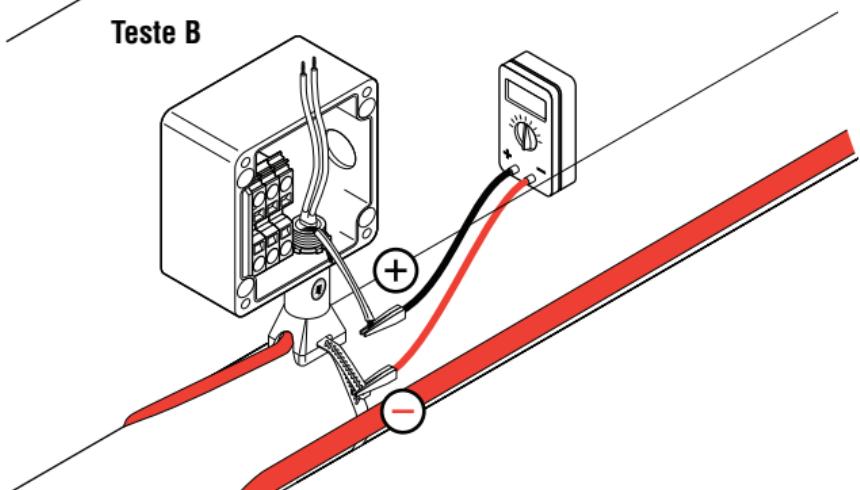


**Nota:** Os valores de resistência do isolamento para os Testes A e B, para qualquer circuito particular, não deverão variar mais de 25% como uma função de tensão de medição. Variâncias maiores poderão indicar um problema com seu sistema de aquecimento industrial; confirme a instalação correta e/ou consulte a Tyco Thermal Controls para obter assistência.

Teste A



Teste B



## 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.

$$\text{Potência (W/pé ou m)} = \frac{\text{Voltagem (VCA)} \times \text{corrente (A)}}{\text{Comprimento (pé ou m)}}$$

### 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.
- 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**

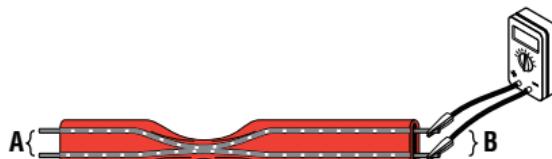
Há três métodos usados para encontrar uma falha dentro de uma seção de cabo aquecedor: o método da relação, o método 1/R e o método da capacitância. O método da capacitância também pode ser usado para determinar o comprimento total do cabo aquecedor.

#### **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 frio.

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



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

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

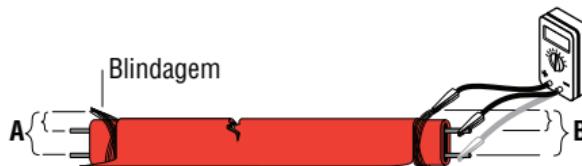
**Exemplo:**      A = 1,2 ohm  
                         B = 1,8 ohm

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

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

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

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

## 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:

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

**Exemplo:**       $A = 100 \text{ ohm}$

$B = 25 \text{ ohm}$

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

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

## Método de teste de capacidade

Este método usa a medição da capacidade (nF) para aproximar a localização de uma falha na qual o cabo 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 capacidade em um terminal do cabo aquecedor. A leitura da capacidade deverá ser medida entre ambos os fios do barramento entrelaçados juntos (condutor positivo) e a blindagem (condutor negativo).

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

### Exemplo:

20XTV2-CT

Capacidade registrada = 16,2 nF

Fator de capacidade = 3,08 m (10,1 pé) / nF

Localização de falhas =  $16,2 \times 10,1$  nF

= 50 m (164 pé)

no local da leitura

Como alternativa, podem ser usados os valores da capacidade nos terminais frontal e traseiro. A relação de um valor de capacidade 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.

## Fatores de capacidade do cabo aquecedor

Número de catálogo do cabo	Fator de capacidade	Número de catálogo do cabo	Fator de capacidade
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		VPL-CT	9,4
10BTV1-CR	5,5		
10BTV2-CT			
10BTV1-CR			
10BTV2-CT			
10QTVR1-CT	4,7		
10QTVR2-CT			
15QTVR2-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. A temperatura elevada do tubo pode causar baixa leitura de RI.
	<b>Testes de referência:</b>
Sintoma	Causas prováveis
O disjuntor abre	O disjuntor está subdimensionado. Inicialização à temperatura baixa demais. Conexões e/ou ligações 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.
	<b>Testes de referência:</b>

## 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 sua extensão 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 ligações, 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 condutante 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 ligações e os terminais finais em relação à instalação correta; Corrija conforme 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 ligações. 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	O isolamento está molhado ou faltando.  Foi usado um cabo aquecedor insuficiente nas válvulas, nos suportes e em outros dissipadores de calor.
	O termostato foi ajustado incorretamente.
	Foi usado um projeto térmico incorreto.
	Tensão incorreta aplicada.
	O termopar não está em contato com o tubo.
<b>Testes de referência:</b>	
Sintoma	Causas prováveis
Saída de potência baixa ou ausente	Tensão de entrada aplicada baixa ou ausente.  O circuito é mais curto que o mostrado no projeto, devido a ligações ou "T" não conectados, ou o cabo aquecedor foi cortado/ desligado.
	Conexão de componente incorreta causando uma conexão com resistência elevada.
	O termostato de controle é ligado na posição normalmente aberta.
	O tubo está a uma temperatura elevada.
	O cabo aquecedor foi exposto a temperatura excessiva, umidade ou produtos químicos.
<b>Testes de referência:</b>	

### **Ação corretiva**

---

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

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

Reajuste o termostato.

Consulte o representante da Tyco Thermal Controls 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 ao efetivo. Reduza a temperatura do tubo, se possível, ou consulte o representante da Tyco Thermal Controls 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**

## Registro de Instalação e Inspeção de Aquecimento Industrial Tyco Thermal Controls

Instalação \_\_\_\_\_

Número do circuito \_\_\_\_\_

Tipo do cabo aquecedor \_\_\_\_\_

Comprimento do circuito \_\_\_\_\_

### Encomenda

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

\* Somente no comissionamento

---

---

---

---

---

## Registro de Instalação e Inspeção de Aquecimento Industrial Tyco Thermal Controls

Instalação \_\_\_\_\_

Número do circuito \_\_\_\_\_

Tipo do cabo aquecedor \_\_\_\_\_

Comprimento do circuito \_\_\_\_\_

### Encomenda

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

\* Somente no comissionamento

---

---

---

---

---

# **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 ao Tyco Thermal Controls Customer Service Center (número de fax (800) 527-5703)

**Nome da empresa** \_\_\_\_\_

**Nº do ID do circuito** \_\_\_\_\_

## **Área**

Temp. auto-ignição (AIT): \_\_\_\_\_

## **Círculo 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 mínima do isolamento deve ser de 1000 MΩ

## **Círculo pronto para comissionamento**

Preparado por \_\_\_\_\_

Aprovado por \_\_\_\_\_

Nº da ordem de compra \_\_\_\_\_

Ref. desenho(s) \_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_



## **ADVERTENCIA: Peligro de incendio y descarga.**

Los sistemas de trazado eléctrico de Raychem® deben instalarse correctamente para garantizar un adecuado funcionamiento y evitar descargas eléctricas e incendios. Lea cuidadosamente estas importantes advertencias y siga todas las instrucciones de instalación.

- Se deberá utilizar el equipo de protección contra fuga a tierra en cada cable calefactor del circuito para cumplir los requerimientos de Tyco Thermal Controls, las certificaciones de las agencias y los códigos eléctricos nacionales así como para reducir el riesgo de incendio por formación de arco eléctrico si el cable está dañado o instalado incorrectamente. La formación de un arco eléctrico no deberá bloquearse por medio de disyuntores convencionales.
- Las aprobaciones y rendimiento de los sistemas de trazado eléctrico se basan en la utilización de piezas especificadas únicamente por Tyco Thermal Controls. No sustituya piezas ni use cinta aislante vinílica.
- Los cables provocarán un corto si se tocan entre ellos. Manténgalos separados.
- Las puntas del cable y los componentes deben conservarse secos antes y durante la instalación.
- El centro y los hilos del cable calefactor negro son conductores y pueden provocar un cortocircuito. Deberán ser aislados correctamente y conservarse secos.
- Los cables dañados pueden sobrecalentarse y provocar un cortocircuito. No rompa los hilos del cable al prepararlos para conexiones.
- Los cables calefactores dañados pueden formar un arco eléctrico o incendiarse. No utilice sujetadores metálicos, como abrazaderas o alambre, para asegurarlos. Utilice únicamente las cintas aprobadas por Raychem para asegurar el cable a la tubería.
- No intente reparar o energizar el cable dañado. Elimine el cable dañado de inmediato y sustítúyalo con el material de empalme de Raychem. Reemplace los componentes dañados.
- La reutilización de los ojales metálicos, o el uso de ojales incorrectos puede provocar fugas, fractura de componentes, cortocircuito o incendio. Asegúrese de que el ojal sea el correcto para el cable calefactor que se va a instalar. Utilice un ojal nuevo siempre que se saque el cable del componente.
- Utilice únicamente aislantes resistentes al fuego que sean compatibles con la aplicación y con la temperatura máxima de exposición de los sistemas que se van a instalar.
- Para evitar fuego o explosión en áreas de riesgo, verifique que el límite máximo de temperatura de la chaqueta del cable calefactor sea menor a la temperatura de ignición de los gases en el área. Para obtener información adicional, consulte la documentación de diseño.
- Las hojas técnicas de seguridad del material (MSDS: Material Safety Data Sheets) están disponibles en línea en [www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com), o en los Centros de Servicio de Thymco Thermal Controls.

# CONTENIDO

<b>1</b>	Información general	1-2
<b>2</b>	Selección del cable calefactor	3
<b>3</b>	Instalación de cables calefactores	3-15
<b>4</b>	Componentes del cable calefactor	16
<b>5</b>	Control y monitoreo	17-18
<b>6</b>	Aislamiento térmico	19
<b>7</b>	Fuente de alimentación y protección eléctrica	20
<b>8</b>	Puesta en servicio y mantenimiento preventivo	21-22
<b>9</b>	Procedimientos de prueba	23-31
<b>10</b>	Guía de identificación y solución de problemas	32-35
<b>11</b>	Registros de instalación e inspección	36-41



## 1.1

### Uso del Manual

Este manual de instalación y mantenimiento es para sistemas de trazado eléctrico autorregulados y de potencia limitada, instalados únicamente en tuberías y contenedores con aislamiento térmico. Estos incluyen los cables calefactores Raychem BTV, QTV, XTV y VPL y los componentes Raychem apropiados.

Para obtener información sobre otras aplicaciones, ayuda en el diseño o asistencia técnica, contacte a su representante de Tyco Thermal Controls o directamente con Tyco Thermal Controls.

#### Tyco Thermal Controls

307 Constitution Drive  
Menlo Park, CA 94025-1164  
EE.UU.  
Tel. (800) 545-6258  
Tel. (650) 216-1526  
Fax (800) 527-5703  
Fax (650) 474-7711  
[info@tycothermal.com](mailto:info@tycothermal.com)  
[www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com)



*Importante: Para que se apliquen tanto la garantía de Tyco Thermal Controls como las aprobaciones de las agencias, deben seguirse las instrucciones que se incluyen en este manual y en los envases de los productos.*

## 1.2

### Indicaciones de seguridad

La seguridad y fiabilidad de cualquier sistema de trazado eléctrico depende de su diseño, instalación y mantenimiento apropiados. El manejo, instalación o mantenimiento inadecuados de los componentes del sistema puede provocar un exceso o falta de calentamiento en las tuberías, daños en el sistema de cables calefactores y un posible resultado de fallas en el sistema, descarga eléctrica o incendio.

## 1.3

### Códigos eléctricos

Las Secciones 427 (sistema de tuberías y contenedores) y 500 (áreas clasificadas) del Código Eléctrico Nacional (NEC) y la Parte 1 del Código Eléctrico Canadiense, Secciones 18 (áreas de riesgo) y 62 (espacio eléctrico fijo y calefacción en superficie) rigen la instalación de sistemas de trazado eléctrico. Todas las instalaciones de trazado eléctrico deben respetar estos y otros códigos nacionales o locales que apliquen.

## 1.4

### Garantía y aprobaciones

Los cables calefactores y los componentes de Raychem han sido aprobados para su utilización en áreas de riesgo y seguras. Para obtener información más detallada, consulte la hoja técnica del producto específico.

## 1.5

### Notas generales sobre la instalación

Estas notas brindarán asistencia al instalador durante el proceso de instalación. Deberán ser revisadas antes iniciar la instalación.

- Lea todas las hojas técnicas para familiarizarse con los productos.
- Seleccione el tipo y clasificación de cable calefactor de acuerdo con la *Guía de selección de productos industriales y diseño*, (Documentación de Tyco Thermal Controls, hoja H56550), o con el software TraceCalc® Pro, o con el software de diseño del sitio web.
- Asegúrese de que el cliente haya desconectado todas las tuberías, depósitos, etc. que se vayan a trazar antes de la instalación de los cables calefactores.
- Normalmente, los cables se instalan en la tubería en las posiciones de las 8 y las 4 en punto.
- Todas las tuberías, depósitos, contenedores y equipo trazados para calefacción deben aislarse térmicamente.
- No instale cables calefactores en equipo que opere a temperaturas mayores a las establecidas como máximas para los cables.
- El radio mínimo de torsión para los cables VLP de potencia limitada es de 19 mm ( $\frac{3}{4}$  de pulgada). El radio mínimo de torsión para los cables autorregulados es de 13 mm ( $\frac{1}{2}$  pulgada).
- Asegúrese de que siempre que instale cables calefactores sobre empalmes de expansión el cable tenga holgura.
- No energice el cable si está enrollado o en el carrete.
- No utilice alambre de amarre o abrazaderas de tubería para asegurar cables calefactores.
- La temperatura mínima de instalación para cables calefactores es de  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ ).

Verifique las especificaciones del diseño para asegurarse de que se instale el cable apropiado en cada tubería o contenedor. Consulte la *Guía de selección de productos industriales y diseño* de Tyco Thermal Controls, Trace Calc Pro o la página web de Tyco Thermal Controls, [www.tycothermalcontrols.com](http://www.tycothermalcontrols.com), para elegir el cable calefactor adecuado para cada aplicación.

## 3.1

### Almacenamiento del cable calefactor

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

## 3.2

### Revisiones antes de la instalación

#### ***Verifique el material recibido:***

- Revise el diseño del cable calefactor y compare la lista de materiales con los números de catálogo de los cables calefactores y los componentes que haya recibido, para confirmar que sean los adecuados. El tipo y voltaje del cable calefactor están impresos en su cubierta.
- Asegúrese de que el rango de voltaje del cable calefactor sea el adecuado para el voltaje de servicio disponible.
- Inspeccione el cable calefactor y los componentes para identificar cualquier daño de transporte.
- Lleve a cabo una prueba de resistencia de aislante (consulte la Sección 9) para verificar que no haya perforaciones en las cubiertas del cable calefactor.

#### ***Compruebe la tubería que se va a tracear:***

- Asegúrese de que se completen las pruebas mecánicas de las tuberías (purga y pruebas hidrostáticas, por ejemplo) y de que el cliente haya despejado el sistema.
- Recorra el sistema y planifique la ruta del cable calefactor por las tuberías.
- Inspeccione la tubería para localizar zumbidos, superficies rugosas o esquinas afiladas. De ser necesario, elimínelas.
- Verifique que las cubiertas de todas las superficies estén secas al tacto.

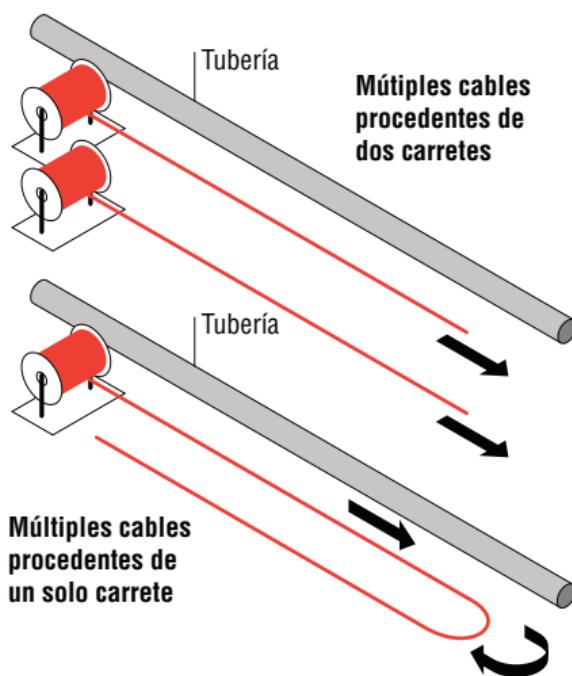
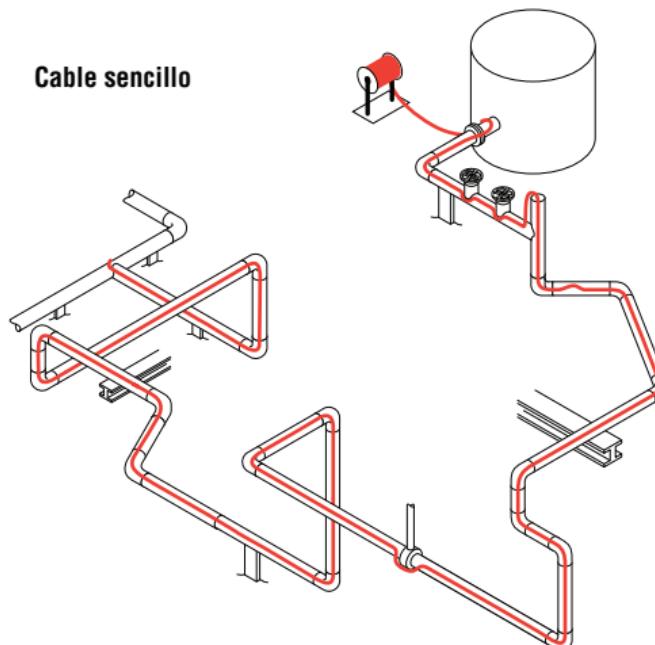
# 3

# Instalación de cables calefactores

## 3.3 Instalación

### Tendido de cables

Tienda el cable calefactor flojo a lo largo de la tubería asegurándose de que el cable esté siempre cerca de la tubería al cruzar obstáculos. Si el cable se encuentra del lado incorrecto del obstáculo, como de una tubería transversa o una viga, tendrá que reinstalarlo o cortarlo y empalmarlo.



## Recomendaciones para tender el cable calefactor:

- Utilice un carrete que se tienda con facilidad y poca tensión. Si el cable calefactor se engancha, deje de tirar.
- Deje el cable calefactor tendido flojo pero cerca de la tubería trapecada, para evitar interferencias con soportes y equipo.
- Las marcas métricas en el cable calefactor pueden utilizarse para determinar la longitud del calentador.
- Proteja todas las puntas del cable calefactor de la humedad, la contaminación y los daños mecánicos.

## Al tender el cable calefactor EVITE:

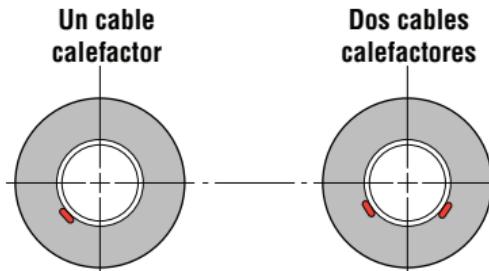
- Esquinas afiladas
- Tirar en exceso o con brusquedad
- Doblar o aplastar el cable
- Caminar sobre él o pasarse por encima con equipo



**ADVERTENCIA:** Peligro de incendio y descarga. No instale cable dañado. Las puntas del cable y los componentes deben conservarse secos antes y durante la instalación.

## Colocación de cables calefactores

De ser posible, para proteger el cable calefactor, colóquelo en la sección inferior de la tubería, en las posiciones de las 4 y las 8 en punto, como se muestra a continuación.



## Cintas para sujetar

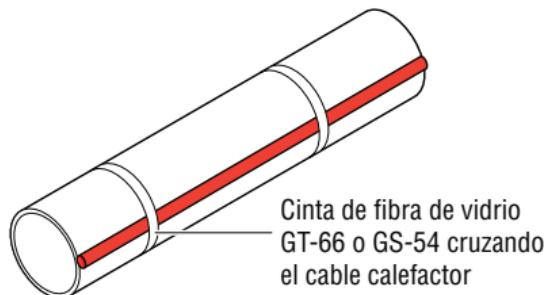
Utilice una de las siguientes cintas de Raychem para asegurar el cable calefactor a la tubería: cinta de fibra de vidrio GT-66 o GS-54, o la cinta de aluminio AT-180.

### **Cinta de fibra de vidrio GT-66**

- Cinta de uso general para instalación a 5°C (40°F) y por encima

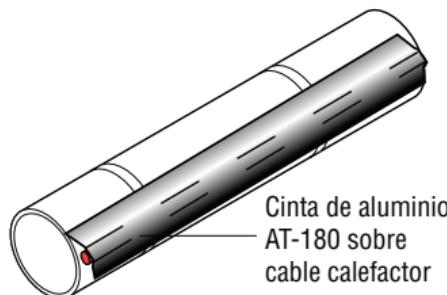
### **Cinta de fibra de vidrio GS-54**

- Cinta de uso específico para tuberías de acero inoxidable
- Para instalaciones a -40°C (-40°F) y por encima



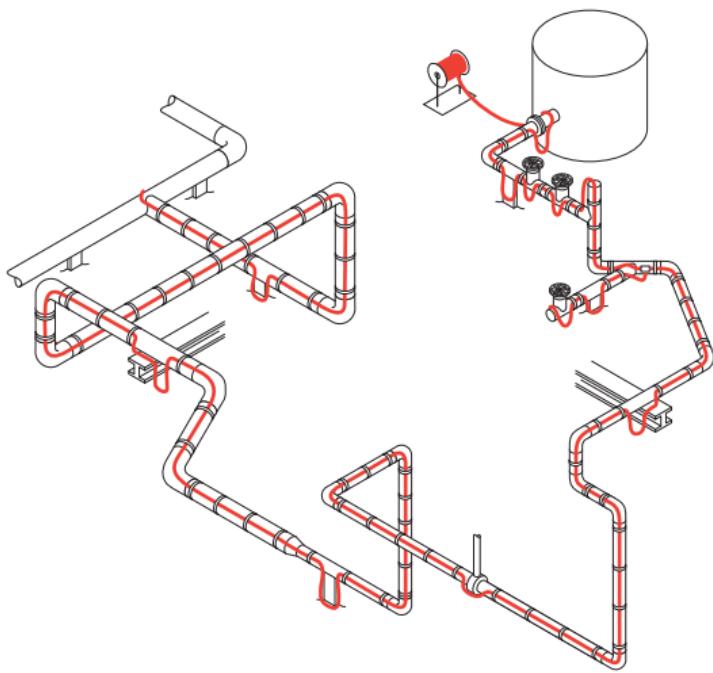
### **Cinta de aluminio AT-180**

- Cinta de transferencia de calor para tuberías plásticas, cuerpos de bomba y equipo de formas distintas
- Instalación a más de 0°C (32°F)
- Coloque longitudinalmente sobre el cable calefactor como se indica en el diseño



**ADVERTENCIA:** Peligro de incendio y descarga. No utilice sujetadores metálicos, como abrazaderas o alambre, para asegurarlos. No utilice cinta con base vinílica ni para conductos. Utilice únicamente las cintas aprobadas por Raychem.

## Fijación del cable calefactor



Coloque cinta para adherir el cable a la tubería cada 305 mm (1 pie). Empiece por la punta opuesta al carrete, como se indica en la figura previa. En caso de utilizar cinta de aluminio, aplíquela a todo lo largo del cable calefactor, una vez que éste se haya fijado con cinta de fibra de vidrio. Retroceda hasta el carrete. Prevea cable calefactor extra en la conexión eléctrica, en todos los lados de los empalmes y las conexiones en T, así como en el sello final para permitir servicios futuros.

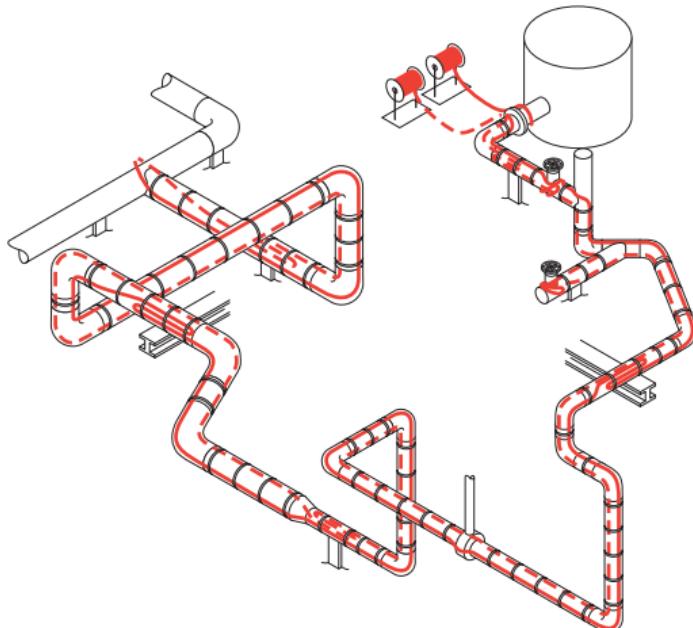
Deje una onda extra de cable por cada disipador térmico, así como en soportes de tubería, válvulas, bridás e instrumentos, como se detalla en el diseño. Consulte “Ejemplos de instalación típica” para sujetar el cable calefactor a los disipadores térmicos.

- Instale los componentes del cable calefactor inmediatamente después de sujetarlo. Si no es posible la instalación inmediata, proteja las puntas del cable calefactor de la humedad.

**Cables múltiples y colocación en espiral**

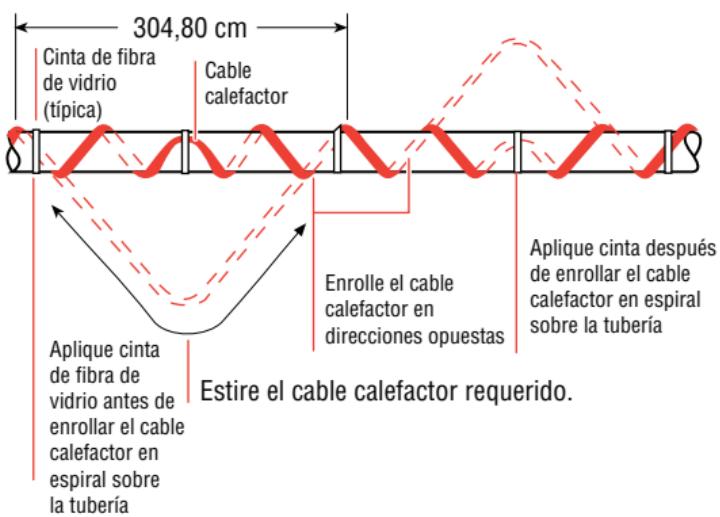
Existen dos situaciones en las cuales puede ser necesario el cable calefactor múltiple:

- **Tendidos redundantes de trazado eléctrico** que se utilizan en situaciones en las que se requiere un sistema de reserva. Cada tendido debe instalarse de acuerdo con las especificaciones del diseño.
- **Los tendidos dobles o múltiples** se utilizan cuando un trazado eléctrico sencillo no logra compensar pérdidas mayores de calor. Los tendidos dobles de trazado eléctrico deberían incluir cable calefactor extra, instalado en los disipadores térmicos, como se menciona en el diseño. Se recomienda suministrar cable calefactor extra en los disipadores térmicos, o desde ambos tendidos para equilibrar las dos longitudes del circuito.

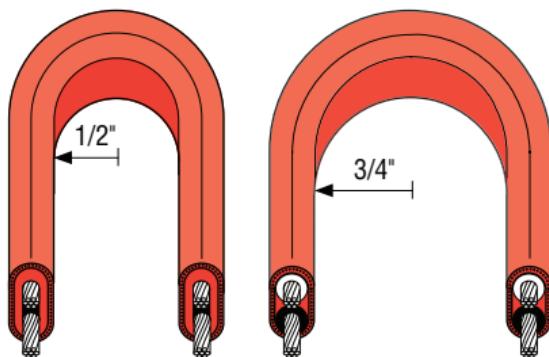


### Trazado espiral

Cuando el diseño necesite espirales, comience colgando una onda en cada tramo de 3,05 m (10 pies) de la tubería. Para determinar la longitud de la onda, obtenga un factor de espiral a partir del diseño y multiplíquelo por 10. Por ejemplo, si es necesario el factor de espiral 1,3, deje una onda de 3,96 m (13 pies) de cable calefactor en cada tramo de 3,05 m (10 pies) de la tubería. Sujete la onda a la tubería en cada intervalo utilizando la cinta de fijación Raychem adecuada.



### Doblado del cable



Radio mínimo de curvatura para cables autorregulables

Radio mínimo de curvatura para cables limitadores de potencia

No doble el cable calefactor al colocarlo en la tubería a más de 13 mm (1/2") para cables de autorregulación y a de 19 mm (3/4") para cables de potencia limitada.

# 3

## Instalación de cables calefactores

El cable calefactor no se dobla con facilidad en el plano horizontal. No fuerce la torsión ya que puede dañar el cable calefactor.

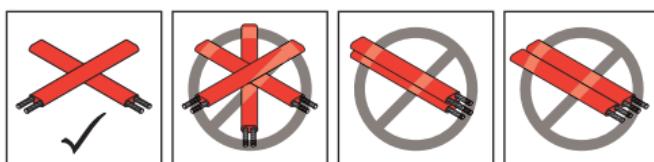


### Cruzado del cable

Los cables de autorregulación BTV, QTVR, XTV permiten el traslape múltiple de cable calefactor.

Los cables de potencia limitada, VPL, permiten únicamente una superposición del cable calefactor por zona.

#### Para cable calefactor VPL, únicamente:



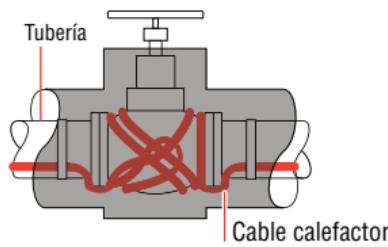
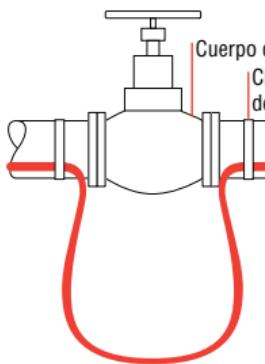
### Cortado del cable

Corte el cable calefactor una vez que se ha sujetado a la tubería.

Se puede cortar el largo del cable calefactor sin afectar a la producción de calor por pie.

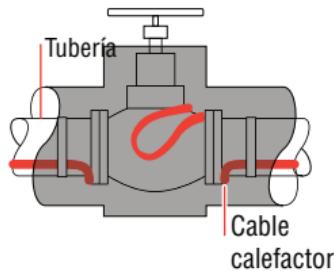
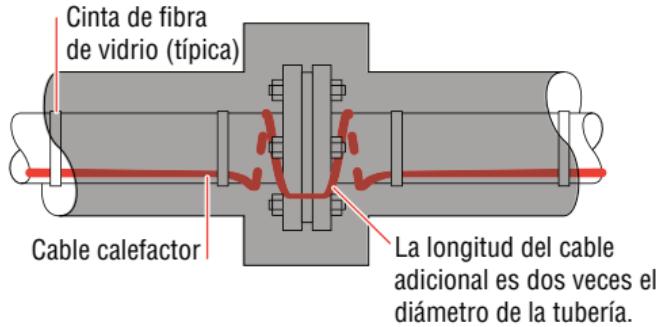
**Ejemplos de instalación típica**

Envuelva los accesorios de tuberías, equipo y soportes como se muestra en los ejemplos siguientes para compensar apropiadamente mayores pérdidas de calor en disipadores térmicos y facilitar el acceso para mantenimiento. En el diseño se determina la cantidad exacta necesaria de cable calefactor.

**Válvula**

**Los traspeses son permitidos en los cables autorregulables**

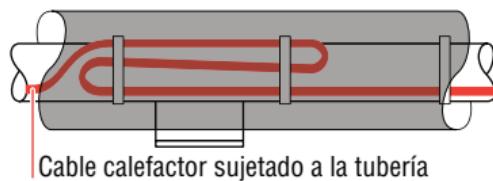
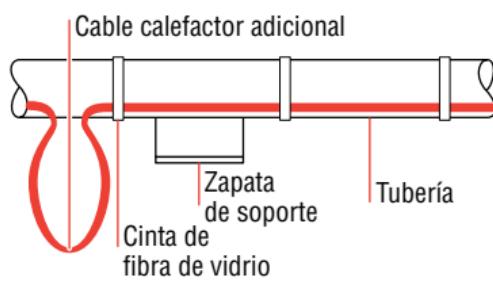
**Nota:** La longitud del cable adicional varía en función de la pérdida de calor.

**Brida**

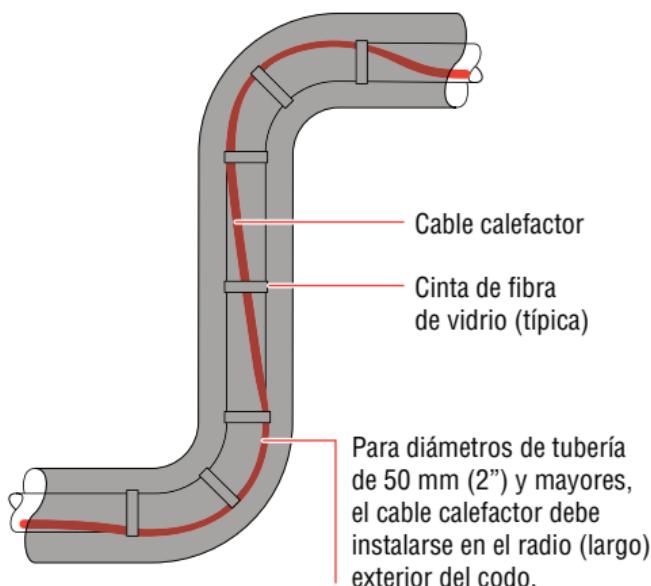
# 3

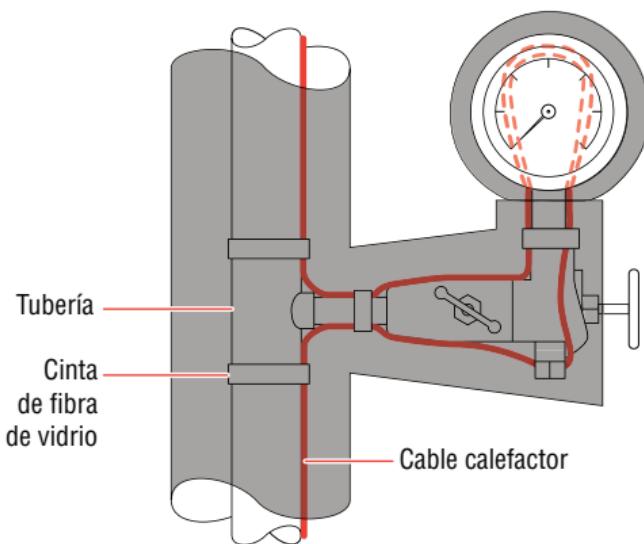
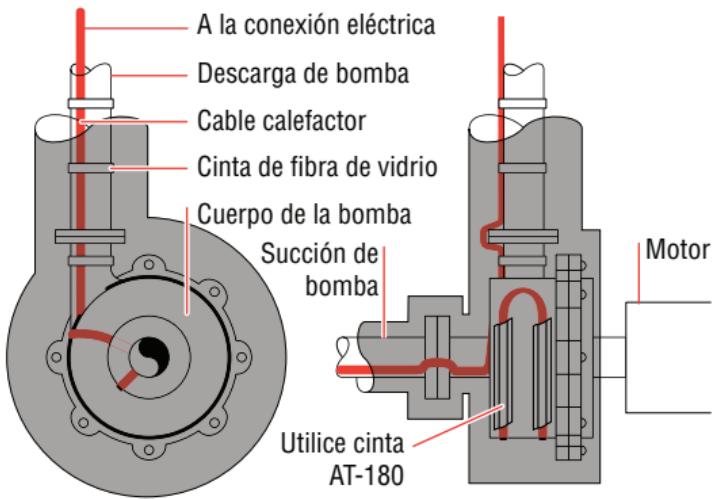
## Instalación de cables calefactores

### Zapata del soporte de tubería



### Codo



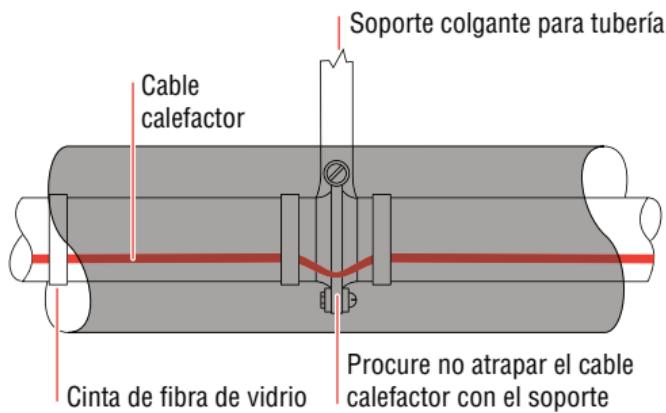
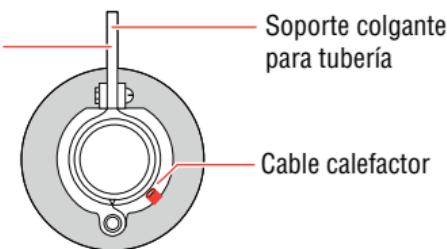
**Manómetro****Bomba centrífuga de dos cavidades**

# 3

## Instalación de cables calefactores

### Gancho para tubería

No se requiere cable calefactor adicional para los soportes colgantes a no ser que lo exijan las especificaciones del diseño, en ese caso, utilice la longitud de cable calefactor especificada.



## 4.1

### Información general sobre componentes

Con los cables calefactores Raychem de autorregulación y de potencia limitada se deben utilizar componentes Raychem. Un circuito completo requiere una conexión eléctrica y un sello final. Las divisiones y las conexiones en T se utilizan conforme se necesiten.

Utilice la *Guía de selección de productos industriales y diseño TraceCalc Pro* para seleccionar los componentes adecuados.

Las instrucciones de instalación vienen incluidas en el paquete de los componentes. Deben seguirse los pasos para preparar el cable calefactor y la conexión de los componentes.

Los cables calefactores autorregulados y de potencia limitada son un diseño de circuito paralelo. No enrolle juntos los conductores ya que se provocará un cortocircuito.

#### **Recomendaciones para la instalación de componentes**

- Los paquetes de conexión deberán ir montados sobre la tubería cuando sea conveniente. El conducto eléctrico que lleva a las conexiones eléctricas deberá tener puntos bajos de drenaje para evitar la acumulación de condensación en el conducto. Todas las conexiones del cable calefactor deben montarse en un nivel superior.
- Existen adaptadores especiales para montar sobre tuberías pequeñas. Asegúrese de utilizar estos adaptadores si instala cables en tuberías de 25,4 mm (1 pulg.) de diámetro exterior o menos.
- Asegúrese de dejar una onda de servicio en todos los componentes para su futuro mantenimiento, excepto en casos relacionados con fluidos sensibles a la temperatura o cuando la tubería tenga menos de una pulgada.
- Coloque las cajas de empalme para que resulten de fácil acceso, pero no donde puedan estar expuestas a maltrato mecánico.
- Los cables calefactores deberán ser instalados sobre, y no por debajo de las abrazaderas de tuberías utilizadas para asegurar los componentes.
- Para cables VPL, corte el cable a 30 cm (12") del último nodo activo (muesca), para garantizar que se utilice una zona inactiva para introducir el componente. Consulte las instrucciones de instalación de componentes.
- Todas las conexiones eléctricas, empalmes, conexiones en T y sellos finales en un área de División 1 deberán utilizar el paquete de conexión HAK-C-100 y un HAK-JB3-100 o una caja de empalmes de División 1 aprobada por un laboratorio NRTL (Nationally Recognized Testing Lab: Laboratorio de pruebas con reconocimiento nacional).



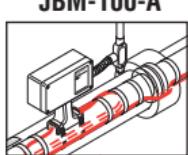
**ADVERTENCIA:** El centro y los cables del cable calefactor negro son conductores eléctricos y pueden hacer corto. Deberán ser aislados correctamente y conservarse secos. Los hilos conductores dañados pueden sobrecalentarse o hacer corto. No rompa estos hilos al pelar el cable calefactor.

# 4

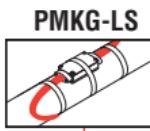
# Componentes del cable calefactor

Componentes Raychem para áreas seguras, CID2 y áreas de riesgo Zona 1

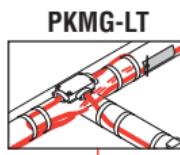
Conexión eléctrica



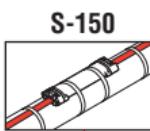
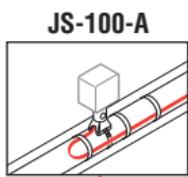
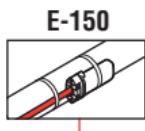
Empalme



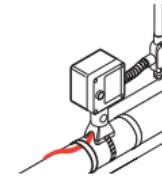
Empalme en T



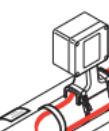
Sello final



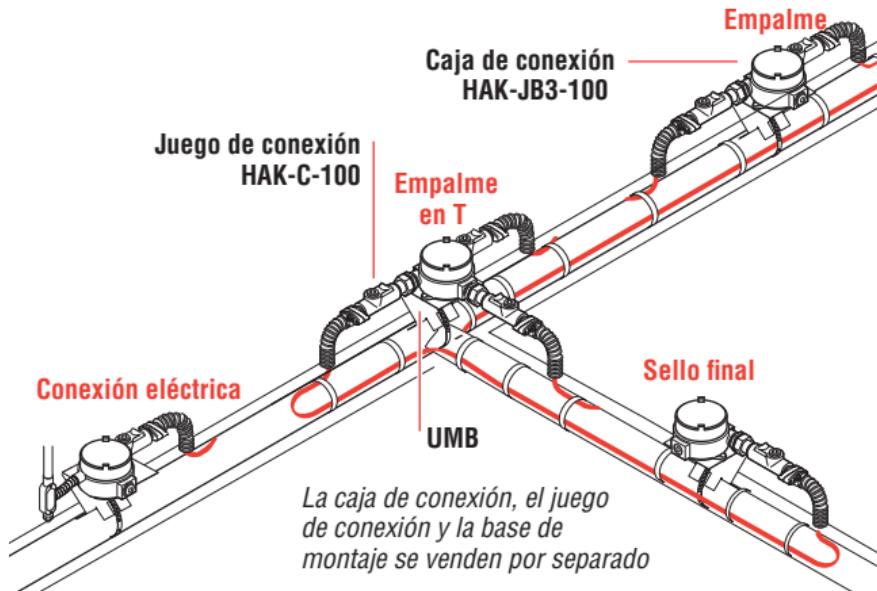
JBS-100-A



T-100



Componentes Raychem para áreas de riesgo CID1



**ADVERTENCIA:** Peligro de incendio y descarga. Deben utilizarse los componentes Raychem especificados. No sustituya piezas ni use cinta aislante vinílica.

Los productos de control y monitoreo DigiTrace® de Tyco Thermal Controls están diseñados para utilizarse con sistemas de trazado eléctrico con autorregulación y potencia limitada. Existen termostatos, controladores y sistemas de control y monitoreo disponibles. Compare las características de estos productos en la tabla siguiente. Para obtener información adicional sobre cada producto, consulte la Guía de selección de productos industriales y diseño o contacte a su representante de Tyco Thermal Controls.

Consulte las instrucciones de instalación suministradas con los productos de control y monitoreo. Los sistemas de control y monitoreo pueden requerir de un electricista certificado para su instalación.

#### Productos de control y monitoreo de Tyco Thermal Controls

	CONTROLADORES				
TERMOSTATOS					
AMC-F5					
AMC-1B					
AMC-2B-2					
E507S-LS					
AMC-F5	Serie DigiTrace 1, 2				
AMC-1A	E507S-2LS-2	910	920	200N	T2000
AMC-1H	Raystat-EX03-A				NGC-30
<b>Control</b>					
Sensor de ambiente	■	●	●	●	●
Sensor de línea	■	●	●	●	●
PASC		●	●	●	●
<b>Monitoreo</b>					
Temperatura ambiente		●	●	●	●
Temperatura de la tubería		●	●	●	●
Fuga a tierra		●	●	●	●
Continuidad <sup>3</sup>			●		●
Corriente		●	●	●	●
<b>Localización</b>					
Local	■	■	●	●	●
Remota			●	●	●
Peligrosa	AMC-1H	E507S	●	●	●
<b>Comunicaciones</b>					
Pantalla local			●	●	●
Pantalla remota			●	●	●
Red a DCS			●	●	●

<sup>1</sup> Los controladores DigiTrace que se usan en áreas CID1 requieren el uso de cerramiento para área peligrosa o sistemas de purga Z apropiados.

<sup>2</sup> Los cables VPL de 480 V deben utilizar únicamente controladores DigiTrace 920, 200N, T2000 ó NGC-30.

<sup>3</sup> El monitoreo de continuidad se admite cuando se ha implementado la tecnología PLI (Power Line Carrier Interface).

# 6

# Aislamiento térmico

## 6.1

## Revisiones antes de aislar

Inspeccione el cable calefactor y los componentes visualmente para su correcta instalación y localización de daños. El cable dañado deberá ser reemplazado.

Lleve a cabo pruebas de resistencia del aislante, conocidas como prueba Megger™ (consulte la Sección 9), antes de cubrir la tubería con aislamiento térmico.

## 6.2

## Indicaciones para la instalación de aislantes

- El aislamiento debe instalarse adecuadamente y mantenerse seco.
- Verifique el tipo de aislante y su espesor respecto a las especificaciones de diseño.
- Para minimizar los posibles daños de un cable calefactor, áíslelo cuanto antes después del trazado.
- Verifique que los accesorios de las tuberías, las perforaciones en paredes y otras áreas irregulares hayan sido aislados completamente.
- Asegúrese de no dañar el cable calefactor con taladros, tornillos y objetos puntaagudos cuando instale el revestimiento.
- Para que el aislante sea resistente a la intemperie, selle alrededor de todos los accesorios que se extienden por el revestimiento. Compruebe el rededor de los vástagos de las válvulas, las abrazaderas de soporte y los capilares del termostato.

## 6.3

## Señalización

Coloque etiquetas de “trazado eléctrico” en el exterior de las cubiertas, a intervalos de 3,05 m (10 pies), en lados alternos para indicar la presencia de cables eléctricos.

Con esos componentes se suministran otras etiquetas, que identifican la ubicación de empalmes, Ts y conexiones finales instaladas debajo del aislamiento térmico, que también deben utilizarse.

## 6.4

## Pruebas después de colocar el aislante

Una vez que se ha completado la colocación del aislante, lleve a cabo una prueba de resistencia de aislante en cada uno de los circuitos para confirmar que el cable no haya sido dañado (consulte la Sección 9).



**ADVERTENCIA:** Utilice únicamente aislantes ignífugos, como la fibra de vidrio, la lana mineral o el silicato de calcio.

# 7

# Fuente de alimentación y protección eléctrica

## 7.1 Voltaje nominal

Verifique que el voltaje de alimentación se corresponda con el voltaje nominal del cable calefactor impreso en la camisa del cable y especificado por el diseño.

## 7.2 Carga eléctrica

Los dispositivos de sobrecorriente se seleccionan de acuerdo con el tipo de cable, el voltaje de alimentación y la longitud del circuito para permitir el arranque a las temperaturas ambiente diseñadas. El diseño especifica el tamaño y tipo del dispositivo de sobrecorriente.

## 7.3 Protección contra fuga a tierra

En caso de que el cable calefactor se haya instalado mal o se haya dañado físicamente hasta el punto de que el agua toque los hilos conductores, podría formarse un arco eléctrico sostenido o producirse un incendio. Si se formara un arco eléctrico, es posible que la corriente de fuga fuera demasiado baja como para activar los disyuntores convencionales.

Tyco Thermal Controls, el Código Eléctrico Nacional de los EE.UU. y el Código Eléctrico Canadiense exigen tanto protección contra fuga a tierra del equipo como un elemento metálico conectado a tierra que cubra todos los cables calefactores. Todos los productos de Raychem cumplen con el requerimiento de cubierta metálica. A continuación se presentan algunos de los disyuntores de protección contra fuga a tierra que satisfacen el nivel de seguridad requerido por este equipo: Tipo Square D, serie GFPD EHB-EPD (277 VCA), tipo Cutler Hammer (Westinghouse), serie QBGFEP.

Los cables VPL de 480 V deben utilizar únicamente controladores DigiTrace 920, 200N, T2000 o NGC-30, que proporcionan protección contra fuga a tierra a 480 V.



**ADVERTENCIA:** Se deberá utilizar el equipo de protección de fuga a tierra en cada cable calefactor del circuito, para cumplir los requerimientos de Tyco Thermal Controls, las certificaciones de agencias y los códigos eléctricos nacionales así como para reducir el riesgo de incendio por formación de arco eléctrico sostenido si el cable está dañado o instalado incorrectamente. La formación de un arco eléctrico no deberá bloquearse por medio de disyuntores convencionales.



**ADVERTENCIA:** Desconecte la energía eléctrica antes de hacer conexiones al cable calefactor.

Tyco Thermal Controls requiere que se lleven a cabo una serie de pruebas en los sistemas de trazado eléctrico tras su entrada en servicio. Se recomienda que se realicen periódicamente como parte del mantenimiento preventivo. Los resultados deben registrarse y conservarse durante toda la vida útil del sistema en el “Registro de instalación e inspección” (consulte la Sección 11).

## 8.1 Pruebas

Se presenta a continuación una breve descripción de cada una de las pruebas. El detalle de los procedimientos de las pruebas se encuentra en la Sección 9.

### ***Inspección visual***

Inspeccione la tubería, el aislante y las conexiones a los cables calefactores para localizar daños físicos. Verifique que no exista humedad, que las conexiones eléctricas estén bien ajustadas y conectadas a tierra, que el aislante esté seco y sellado y que los sistemas de control y monitoreo estén funcionando bien. El cable calefactor dañado deberá ser reemplazado.

### ***Resistencia del aislante***

La prueba de resistencia del aislante (IR: Insulation Resistance) se lleva a cabo para verificar la integridad de las cubiertas interior y exterior del cable calefactor. La prueba de IR es análoga a la prueba de presión de la tubería y detecta las perforaciones que puedan existir en la cubierta del cable. También puede utilizarse para aislar los daños en un tendido único de cable calefactor. La localización de fallas puede utilizarse también para encontrar otros daños.

### ***Prueba de potencia***

La corriente del cable calefactor por pie (o por metro) se calcula dividiendo el voltaje entre longitud total del circuito. La corriente, el voltaje, la temperatura de funcionamiento y la longitud deben ser conocidas. La longitud del circuito puede ser determinada por los planos de construcción, por las marcas en metros sobre el cable o por la prueba de capacitancia.

$$\text{Potencia (w/pie o m)} = \frac{\text{Voltios (VCA)} \times \text{Corriente (A)}}{\text{Longitud (pie o m)}}$$

Los vatios por pie (metro) pueden compararse con la producción del cable calefactor indicada en la hoja técnica de producto a la temperatura de funcionamiento. Esto será una buena referencia sobre el rendimiento del cable calefactor.

### ***Prueba de fuga a tierra***

Pruebe todos los disyuntores de fuga a tierra de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

## 8.2

## Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento recomendado para los sistemas de trazado eléctrico de Tyco Thermal Controls consiste en llevar a cabo las pruebas de puesta en servicio de manera habitual. Los procedimientos para estas pruebas se describen en la Sección 9. Los sistemas deben comprobarse antes de cada invierno.

Si el sistema de trazado eléctrico falla en alguna de las pruebas, consulte la Sección 10 para obtener asistencia sobre identificación y solución de problemas. Lleve a cabo las reparaciones necesarias y reemplace el cable dañado de inmediato.

Descargue de energía eléctrica todos los circuitos que hayan podido resultar afectados durante el mantenimiento.

Proteja el cable calefactor de daños mecánicos o térmicos durante los trabajos de mantenimiento.

Los métodos recomendados de instalación del cable conceden cable extra para todos los accesorios de las tuberías (como válvulas, bombas y manómetros) que estén sujetos a trabajos de mantenimiento.

### ***Registros de mantenimiento***

El "Registro de instalación e inspección" (consulte la Sección 11), deberá completarse durante todos los trabajos de mantenimiento y reparación y conservarse como referencia futura.

### ***Reparaciones***

Utilice únicamente cable y componentes Raychem al reemplazar cualquier cable calefactor dañado. Vuelva a colocar el aislante térmico en su sitio o sustitúyalo en caso de estar dañado.

Repita las pruebas del sistema después de las reparaciones.



**ADVERTENCIA:** Los daños en cables o componentes pueden ocasionar la formación de un arco eléctrico sostenido o incendio. No intente reparar un cable calefactor dañado. No energice cables dañados por el fuego. Reemplace el cable una vez que se elimine la sección dañada en su totalidad. Empalme nuevamente utilizando los paquetes de empalme de Raychem. No reutilice los ojales. Utilice ojales nuevos cada vez que saque el cable calefactor de los componentes.

## 9.1

### Inspección visual

- Verifique que los componentes del cable calefactor estén instalados correctamente, que no se sobrecalienten ni estén corroídos; que no tengan humedad y que las conexiones estén bien ajustadas.
- Compruebe las conexiones eléctricas y asegúrese de que la conexión a tierra y los hilos conductores estén aislados en toda su longitud.
- Compruebe que el aislamiento térmico no esté dañado o húmedo; que el revestimiento y la protección contra la intemperie no estén dañados, ni cuarteados o sean inexistentes.
- Verifique que los sellos finales, los empalmes y las conexiones en T estén señalizados apropiadamente en la camisa aislante.
- Compruebe que el sistema de control y monitoreo no tenga humedad, corrosión ni daño capilar; revise el punto de referencia y el funcionamiento del interruptor.

## 9.2

### Prueba de resistencia del aislante (Megger™)

#### *Frecuencia*

Se recomienda que la prueba de resistencia del aislante se lleve a cabo en cinco etapas durante el proceso de instalación y como parte del programa de mantenimiento regular.

- Antes de instalar el cable
- Antes de instalar los componentes
- Antes de instalar el aislante térmico
- Despues de instalar el aislante térmico
- Antes de la puesta en marcha inicial (entrada en servicio)
- Como parte de la inspección regular del sistema
- Despues de cualquier reparación o trabajo de mantenimiento

#### *Procedimiento*

La prueba de resistencia del aislante deberá llevarse a cabo (con el uso de un megómetro) en tres voltajes: 500, 1000 y 2500 VCD. Es posible que no puedan detectarse problemas significativos a sólo 500 y 1000 voltios.

Mida primero la resistencia entre los hilos conductores del cable calefactor y la malla (Prueba A). Posteriormente, mida la resistencia del aislante entre la malla y la tubería metálica (Prueba B). Evite que los cables de prueba toquen la caja de empalme, ya que ello podría ocasionar lecturas imprecisas.

1. Descargue de energía el circuito.
2. En caso de estar instalado, desconecte el termostato o controlador.
3. En caso de estar instalado, desconecte los hilos conductores del bloque terminal.
4. Establezca el voltaje de prueba en 0 VCD.
5. Conecte el conductor negativo (-) a la malla metálica del cable calefactor.
6. Conecte el conductor positivo (+) simultáneamente a ambos hilos conductores del cable calefactor.
7. Encienda el megohmetro y establezca el voltaje en 500 VCD; aplique el voltaje durante 1 minuto. La aguja del medidor debe dejar de moverse. Una desviación rápida indica un cortocircuito. Registre los valores de resistencia del aislante en el Registro de inspección.
8. Repita los pasos 4 a 7 a 1000 y a 2500 VCD.
9. Apague el megohmetro.
10. Si el megohmetro no se autodescarga, descárguelo conectándolo a tierra con una varilla de tierra conveniente. Desconecte el megohmetro.
11. Repita la prueba entre la malla y la tubería.
12. Conecte nuevamente los cables al bloque terminal.
13. Conecte el termostato nuevamente.



*Nota: Los procedimientos de verificación del sistema y mantenimiento regular requieren que las pruebas de resistencia del aislante se lleven a cabo desde el tablero de distribución, a menos que se utilice un sistema de control y monitoreo. Si no se está utilizando un sistema de control, retire del disyuntor ambos cables de alimentación eléctrica y proceda como si se probaran los hilos conductores del cable calefactor. Si se está utilizando un sistema de control y monitoreo, retire el equipo de control del circuito y lleve a cabo la prueba directamente desde el cable calefactor.*



**ADVERTENCIA:** Peligro de incendio en áreas de riesgo. La prueba de resistencia del aislante puede producir chispas. Asegúrese de que no existan vapores inflamables en el área antes de llevar a cabo esta prueba.

## Criterios de resistencia del aislante

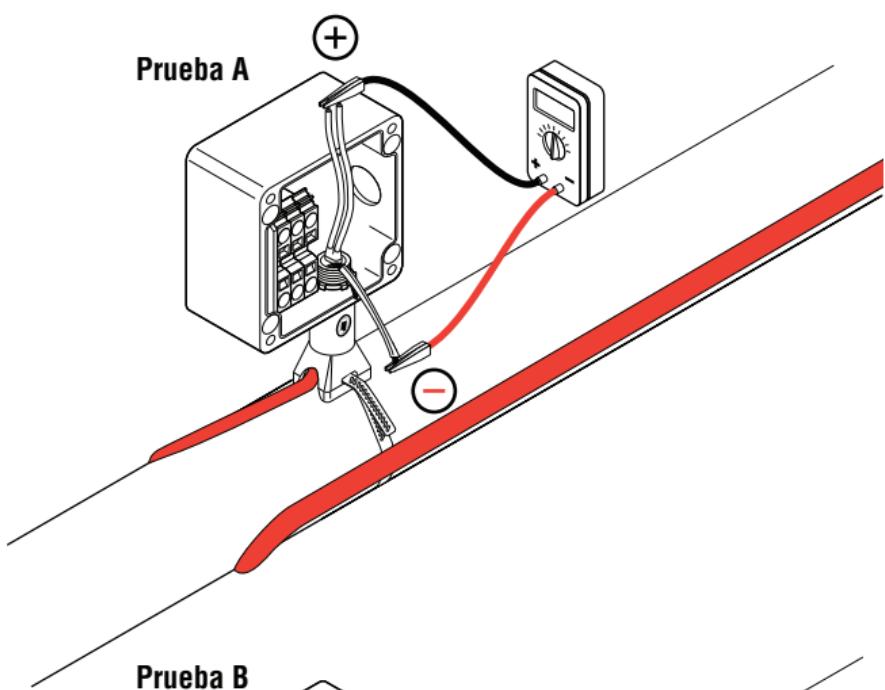
Un circuito instalado adecuadamente, seco y limpio debe poder medir miles de megaohmios, sin importar la longitud del cable calefactor o el voltaje a medir (0–2500 VCD). Los criterios siguientes ayudarán a determinar el grado de aceptación de una instalación en la que puede que no se apliquen las condiciones óptimas.

Todos los valores de resistencia del aislante deberían ser mayores de 1000 megaohmios. Si la lectura es inferior, consulte la Sección 10, Guía de identificación y solución de problemas.

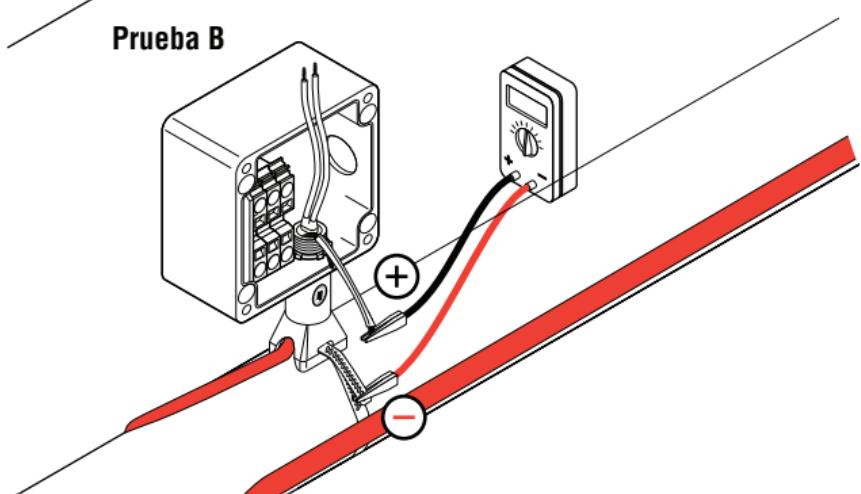


**Nota:** Los valores de resistencia del aislamiento para las pruebas A y B; no deberían variar más del 25% en función del voltaje de medida para cualquier circuito determinado. Una variación mayor puede indicar un problema con el sistema de trazado eléctrico; confirme que la instalación es correcta y/o contacte a Tyco Thermal Controls para solicitar asistencia.

**Prueba A**



**Prueba B**



## 9.3

### Verificación de corriente

La salida de corriente de los cables de autorregulación y de potencia limitada es sensible a la temperatura y precisa los siguientes procedimientos especiales para determinar su valor:

1. Electrifique el cable calefactor y deje que se estabilice durante 10 minutos, luego mida la corriente y el voltaje de la caja de empalmes. Si se utiliza el termostato o el controlador, consulte los detalles a continuación.
2. Compruebe la temperatura de la tubería bajo el aislante térmico en varios puntos.
3. Calcule la corriente (vatio/pies) del cable calefactor multiplicando la corriente por el voltaje de entrada y dividiéndolo entre la longitud real del circuito.

$$\text{Potencia (w/pie o m)} = \frac{\text{Voltios (VCA)} \times \text{Corriente (A)}}{\text{Longitud (pie o m)}}$$

### Sistemas controlados por detección ambiental

Si la temperatura ambiente real es más alta que la deseada, de acuerdo con lo fijado en el termostato, eleve los niveles del termostato lo suficiente como para encender el sistema, o (en algunos modelos) coloque el interruptor manualmente en la posición de encendido (ON).

- Encienda el disyuntor principal.
- Encienda la sección de disyuntores.
- Espere por lo menos diez minutos, mida el amperaje, el voltaje, la temperatura ambiente y la de las tuberías de cada circuito. Registre los valores en el "Registro de instalación e inspección" (consulte la Sección 11). Esta información será necesaria para mantenimiento, identificación y solución de problemas futuros.
- Reajuste el termostato a la temperatura apropiada una vez que el sistema haya sido totalmente verificado.

### Sistemas controlados por detección de línea

Ajuste el termostato a la temperatura de control deseada, o a un valor lo suficientemente alto como para encender el circuito si la temperatura de la tubería se encuentra por encima de la temperatura de control.

- Encienda el disyuntor principal.
- Encienda la sección de disyuntores.
- Permita que el sistema alcance el punto de control. En la mayoría de los circuitos este proceso puede durar hasta cuatro horas. Con tuberías grandes y llenas de líquido puede durar más.
- Mida el voltaje, el amperaje y la temperatura de las tuberías de cada circuito y registre los valores en el "Registro de instalación e inspección" (consulte la Sección 11). Esta información será

necesaria para mantenimiento, identificación y solución de problemas futuros.

- Reajuste el termostato a la temperatura apropiada una vez que el sistema haya sido totalmente verificado.

## ***Control y monitoreo de sistemas***

Refiérase a las instrucciones de instalación suministradas con el producto para pruebas de puesta en servicio y registro.

### 9.4

## **Pruebas de localización de fallas**

### ***Localización de fallas***

Existen tres métodos para localizar fallas en una sección de cable calefactor: El método de la proporción, el método 1/R y el método de la capacitancia. El método de la capacitancia puede utilizarse también para determinar la longitud total del cable calefactor.

#### **El método de la prueba de proporción**

##### **a.) Para localizar un cortocircuito en los hilos conductores:**

El método de relación utiliza medidas de resistencia tomadas en ambos extremos del cable calefactor para calcular el punto del cortocircuito en el hilo conductor. Un cable calefactor cortocircuitado podría ocasionar la activación de algún disyuntor o una sección fría de la tubería.

**Mida la resistencia de cable conductor a cable conductor** desde el extremo delantero (medida A) al extremo final (medida B) de la sección en duda.



La localización aproximada del cable conductor cortocircuitado, expresada en un porcentaje de la longitud del cable calefactor desde el extremo delantero, es:

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

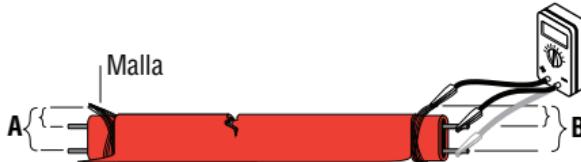
**Ejemplo:**      A = 1,2 ohmios  
                         B = 1,8 ohmios

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

La falla se localiza al 40% de la longitud del circuito, midiéndolo desde el extremo delantero (A).

### b) Para localizar fugas a tierra de baja resistencia:

Para localizar fugas a tierra de baja resistencia, **mida la resistencia entre los cables conductores y la malla**.



La localización aproximada de la falla, expresado como un porcentaje de la longitud del cable desde el extremo delantero (A), es:

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

**Ejemplo:**      A = 0,6 ohmios  
                         B = 0,9 ohmios

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

La falla se localiza al 40% de la longitud del circuito, midiéndolo desde el extremo delantero (A).

## c.) Para localizar una sección cortada:

Este método utiliza la resistencia del núcleo del cable calefactor para aproximarse a la ubicación de una falla cuando el cable se ha cortado y los hilos conductores no han provocado un cortocircuito juntos. Un cable cortado puede ocasionar una sección fría de la tubería y la no activación del disyuntor.

**Mida la resistencia de cable conductor a cable conductor** en el cable calefactor entre el extremo delantero (medida A) y el extremo final (medida B) de la sección en duda.



La localización aproximada de la falla, expresado como un porcentaje de la longitud del cable desde el extremo delantero (A), es:

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

**Ejemplo:**       $A = 100 \text{ ohmios}$   
                         $B = 25 \text{ ohmios}$

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

La falla se localiza al 20% de la longitud del circuito, midiéndolo desde el extremo delantero (A).

## Método de la prueba de capacitancia

Este método utiliza la medida de la capacitancia (nF) para aproximar la localización de una falla cuando el cable calefactor ha sido cortado. Además ofrece una estimación de la longitud total del cable calefactor de un circuito sin cortar. Esta lectura debe tomarse desde la conexión a la corriente y funcionará únicamente una vez que el cable calefactor haya pasado las pruebas IR. Esta información se utiliza para calcular la producción del cable calefactor por pie lineal o para determinar si se ha excedido la longitud máxima.

Registre la lectura de capacitancia desde una punta del cable conductor. La lectura de capacitancia deberá medirse entre ambos cables conductores enrollados juntos (conductor positivo) y la malla (conductor negativo).

Multiplique la capacitancia medida por el factor de capacitancia del cable calefactor, como se indica en la tabla siguiente:

### Ejemplo:

20XTV2-CT

Capacitancia registrada = 16,2 nF

Factor de capacitancia = 10,1 pies/nF

Localización de fallas =  $16,2 \times 10,1$  nF

= 164 pies (50 m)

desde el punto de lectura

Otra alternativa son los valores de capacitancia de ambos extremos, delantero y final. La proporción de un valor de capacitancia tomado de un extremo (A) dividido entre la suma de A y B (A+B), y el resultado multiplicado por 100 da como resultado la distancia desde el extremo delantero, expresado como un porcentaje de la longitud del circuito calefactor.

## Factores de capacitancia del cable calefactor

Número de catálogo del cable	Factor de capacitancia	Número de catálogo del 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		Todos los VPL-CT	9.4
10BTV1-CR	5.5		
10BTV2-CT			
10BTV1-CR			
10BTV2-CT			
10QTVR1-CT	4.7		
10QTVR2-CT			
15QTVR2-CT			

# 10

# Guía de identificación y solución de problemas

Síntomas	Posibles Causas
Resistencia del aislante baja o irregular	Cortes en el cable calefactor. Cortocircuito entre la malla y el núcleo del cable calefactor o la malla y la tubería.
	Formación de arco eléctrico debido a daños en el aislante del cable calefactor. Humedad en los componentes.
	Conductores de pruebas en contacto con la caja de empalmes. Lecturas bajas de IR provocadas posiblemente por temperaturas elevadas de las tuberías.
<b>Pruebas de referencia:</b>	
Síntomas	Posibles Causas
Activación del disyuntor del circuito	Disyuntor de menor tamaño que el necesario. Inicio a temperaturas muy bajas. Cortocircuito en conexiones y/o empalmes.
	Cortocircuito directo por daños físicos al cable calefactor.
	Cables conductores conectados al extremo.
	Cortes en el cable calefactor o humedad en el cable de alimentación eléctrica o en las conexiones. GFDP de menor tamaño que el necesario (5 mA en lugar de 30 mA) o error en cableado.
<b>Pruebas de referencia:</b>	

## **Acción Correctiva**

---

Verifique que no haya cortos en la corriente, empalmes, conexiones en T y finales, distancias peladas inapropiadamente ni signos de humedad. Si el cable calefactor todavía no está aislado, inspeccione visualmente toda su longitud para identificar daños, especialmente en los codos, bridas y alrededor de las válvulas. Si el sistema ya está aislado, desconecte la sección del cable calefactor entre cajas de alimentación, empalmes, etc. y pruebe nuevamente para aislar la sección dañada.

Reemplace las secciones de cable calefactor dañadas y pele cualquier conexión dañada o inadecuada.

En caso de humedad, seque las conexiones y pruebe nuevamente. Asegúrese de que todas las entradas al conducto estén selladas y de que la condensación en los conductos no pueda penetrar en las cajas de conexión eléctrica. Si el centro del cable calefactor o los cables conductores se encuentran expuestos a grandes cantidades de agua, reemplace el cable calefactor. (No es suficiente con secar el cable calefactor ya que la emisión de corriente del cable calefactor puede reducirse significativamente.)

Limpie y pruebe los conectores de la caja de empalmes y pruebe nuevamente.

Pruebe nuevamente a temperatura ambiente, si es necesario.

## **Prueba de resistencia del aislante, inspección visual**

---

### **Acción Correctiva**

Verifique nuevamente la temperatura inicial y las cargas de corriente. No exceda la longitud máxima del circuito por cable calefactor utilizado. Verifique que la medida del cable utilizado sea compatible con el disyuntor del circuito. Reemplace el disyuntor del circuito si fuera defectuoso o de tamaño inapropiado. Inspeccione visualmente la adecuada instalación de las conexiones eléctricas, empalmes y sellos finales; corrijala si fuera necesario.

Verifique que no haya indicaciones visibles de daños alrededor de las válvulas, bomba o cualquier otra área donde pueda requerirse trabajo de mantenimiento. Verifique que no haya daños en el revestimiento aislante a lo largo de la tubería. Reemplace las secciones dañadas del cable calefactor.

Verifique el sello final para garantizar que los cables conductores estén terminados debidamente, de acuerdo con las instrucciones de instalación. Si se localiza un cortocircuito perfecto, el cable calefactor puede estar dañado permanentemente por exceso de corriente y puede ser necesario su reemplazo.

Reemplace el cable calefactor si fuera necesario. Seque y selle nuevamente las conexiones y empalmes. Utilice el megóhmímetro, pruebe nuevamente la resistencia del aislante.

Reemplace el GFDP pequeño por uno de 30 mA. Compruebe las instrucciones de cableado del dispositivo GFPD.

## **Prueba de resistencia del aislamiento, prueba de localización de fallas, inspección visual**

# 10

# Guía de identificación y solución de problemas

## Síntomas

## Posibles Causas

Baja temperatura de tuberías	Aislante húmedo o faltante.  No se utilizó suficiente cable calefactor en válvulas, soportes y otros disipadores térmicos.  Instalación incorrecta del termostato.  El diseño térmico utilizado es inapropiado.  Se aplicó un voltaje inadecuado.  El acoplador térmico no está en contacto con la tubería.
------------------------------	---

## Pruebas de referencia:

## Síntomas

## Posibles Causas

Corriente de salida baja o inexistente	Voltaje aplicado bajo o inexistente.  El circuito es más corto de lo descrito en el diseño, debido a empalmes o conexiones en T sin conectar, o el cable calefactor ha sido cortado.   Conexión de alta resistencia provocada por conexión inapropiada de componentes.  El control del termostato está cableado en posición normalmente abierta.  La tubería se encuentra a temperaturas elevadas.
--	---

El cable calefactor ha sido expuesto a temperaturas excesivas, humedad o químicos.

## Pruebas de referencia:

## **Acción Correctiva**

---

Retire el aislante húmedo y reemplace con aislante seco, y protéjalo con las medidas de resistencia a la intemperie adecuadas.

Empalme en cable calefactor adicional, pero no exceda la longitud máxima del circuito.

Reajuste el termostato.

Favor de contactar a su representante de Tyco Thermal Controls para confirmar el diseño y modificarlo según las recomendaciones.

Vuelva a instalar el acoplador térmico en la tubería.

## **Verificación de corriente, inspección visual**

---

### **Acción Correctiva**

---

Repare las líneas y el equipo de alimentación eléctrica.

Verifique las rutas y la longitud del cable calefactor (utilice los planos de "construcción" como referencia para el diseño real de las tuberías).

Conecte los empalmes y las conexiones en T. Localice y reemplace cualquier cable calefactor dañado. Posteriormente vuelva a verificar la corriente de salida.

Compruebe si las conexiones del cableado están flojas y vuelva a cablear si fuera necesario.

Cablee nuevamente el termostato en la posición normalmente cerrada.

Compruebe la temperatura de la tubería. Verifique la selección de calentador. Compruebe que la salida de corriente del cable calefactor del diseño se corresponde con el valor real. De ser posible, reduzca la temperatura de la tubería o contacte a su representante de Tyco Thermal Controls para confirmar el diseño.

Reemplace el cable calefactor dañado. Compruebe la temperatura de la tubería. Compruebe la salida de corriente del cable calefactor.

## **Prueba de potencia, prueba de localización de fallas, inspección visual.**

## Registros de instalación e inspección de sistemas de trazado eléctrico de Tyco Thermal Controls

Lugar \_\_\_\_\_

Número de circuito \_\_\_\_\_

Tipo de cable calefactor \_\_\_\_\_

Longitud del circuito \_\_\_\_\_

**Puesta en servicio**

<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Inspección visual</b>	
Inspección visual dentro de las cajas de conexión por si hubiera signos de sobrecalentamiento, corrosión, humedad, conexiones flojas y otros problemas.	
Conexión eléctrica, toma de tierra e hilos conductores adecuados aislados en toda su longitud.	
Aislamiento térmico dañado o húmedo; recubrimiento o protección contra la intemperie dañado, inexistente o cuarteado; huecos en el sellado.	
Cubiertas y sellos, empalmes y conexiones en T señalizadas correctamente en la cubierta aislante.	
Comprobaciones en el sistema de control y monitoreo por si hubiera humedad o corrosión; revisión del ajuste de referencia, el funcionamiento del interruptor, daños en capilares y protección.	
<b>Prueba de resistencia del aislante (Megger™)</b>	<b>Ohmios</b>
Prueba A	500 VCD
(bus a malla)	1000 VCD
	2500 VCD
Prueba B	500 VCD
(malla a tubería)	1000 VCD
	2500 VCD
<b>Prueba de potencia</b>	
Voltaje del circuito	
Panel	(VCA)
Extremo del circuito*	(VCA)
Amperaje del circuito después de 10 min	(Amperios)
Temperatura de la tubería	(°F)
Corriente = voltios x amperios/ pies	(vatio/pies)

\* Sólo puesta en servicio



## Registros de instalación e inspección de sistemas de trazado eléctrico de Tyco Thermal Controls

Lugar \_\_\_\_\_

Número de circuito \_\_\_\_\_

Tipo de cable calefactor \_\_\_\_\_

Longitud del circuito \_\_\_\_\_

### Puesta en servicio

#### Fecha de inspección:

#### Inspección visual

Inspección visual dentro de las cajas de conexión por si hubiera signos de sobrecalentamiento, corrosión, humedad, conexiones flojas y otros problemas.

Conexión eléctrica, toma de tierra e hilos conductores adecuados aislados en toda su longitud.

Aislamiento térmico dañado o húmedo; recubrimiento o protección contra la intemperie dañado, inexistente o cuarteado; huecos en el sellado.

Cubiertas y sellos, empalmes y conexiones en T señalizadas correctamente en la cubierta aislante.

Comprobaciones en el sistema de control y monitoreo por si hubiera humedad o corrosión; revisión del punto de referencia, el funcionamiento del interruptor, daños capilares y protección.

#### Prueba de resistencia del aislante (Megger™)

#### Ohmios

Prueba A	500 VCD
(bus a malla)	1000 VCD
	2500 VCD
Prueba B	500 VCD
(malla a tubería)	1000 VCD
	2500 VCD

#### Prueba de potencia

Voltaje del circuito

Panel	(VCA)
Punta del circuito*	(VCA)
Amperaje del circuito después de 10 min	(Amperios)
Temperatura de la tubería	(°F)
Corriente = voltios x amperios/ pies	(vatio/pies)

\* Sólo puesta en servicio



# **Registros FM de instalación requeridos para Clase I, División 1, Áreas Peligrosas**

Para completar el proceso de aprobación FM, rellene apropiadamente este formulario y envíelo al Centro de Servicio al Cliente de Tyco Thermal Controls (fax (800) 527 57 03)

**Nombre de la empresa** \_\_\_\_\_

**N.º de identificación del circuito** \_\_\_\_\_

## **Área**

Temperatura de autoignición (AIT): \_\_\_\_\_

## **Circuito del calentador**

Tipo de calentador: \_\_\_\_\_

Voltaje de alimentación: \_\_\_\_\_

Temperatura máxima de tuberías: \_\_\_\_\_

## **Componentes**

Conexión eléctrica \_\_\_\_\_

Conexión en T \_\_\_\_\_

## **Equipo de fuga a tierra**

Marca y modelo: \_\_\_\_\_

## **Instrucciones de instalación**

Componentes correctos de acuerdo con las especificaciones del fabricante: \_\_\_\_\_

Accesorios del sello abiertos e inspeccionados (purgados apropiadamente): \_\_\_\_\_

Dispositivo de fuga a tierra probado: \_\_\_\_\_

## **Prueba de resistencia del aislamiento**

Utilice 2500 VCD para cables de autorregulación y de potencia limitada

Instrumento utilizado: \_\_\_\_\_

## **De acuerdo con la medición de la tubería antes de instalar el aislante\***

Resistencia del aislante entre el conductor y la malla (Prueba A)

Resistencia del aislante entre la malla y la tubería (Prueba B)

## **De acuerdo con la medición después de instalar el aislante\***

Resistencia del aislante entre el conductor y la malla (Prueba A)

Resistencia del aislante entre la malla y la tubería (Prueba B)

\* La resistencia mínima del aislante debe ser 1000 MΩ

## **Circuito listo para puesta en servicio**

Preparado por \_\_\_\_\_

Aprobado por \_\_\_\_\_

N.º de orden o pedido de compra \_\_\_\_\_

Planos de referencia \_\_\_\_\_

Clasificación de grupo: \_\_\_\_\_

Longitud del circuito: \_\_\_\_\_

ID de temp. (clasificación T) \_\_\_\_\_

Empalme: \_\_\_\_\_

Sello final: \_\_\_\_\_

Nivel de activación del dispositivo: \_\_\_\_\_

Fecha de calibración: \_\_\_\_\_

Valor de la prueba	Fecha	Iniciales
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Valor de la prueba	Fecha	Iniciales
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Empresa \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Empresa \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Tyco, DigiTrace, TraceCalc Pro, BTV, HAK-C-100, HAK-JB3-100, QTVR, XTV, JBM-100, S-150, T-100, E-100, JBS-100 and VPL are trademarks of Tyco Thermal Controls LLC or its affiliates. Megger is a trademark of Megger Limited.

**Important:** All information, including illustrations, is believed to be reliable. Users, however, should independently evaluate the suitability of each product for their particular application. Tyco Thermal Controls makes no warranties as to the accuracy or completeness of the information, and disclaims any liability regarding its use. Tyco Thermal Controls' only obligations are those in the Tyco Thermal Controls Standard Terms and Conditions of Sale for this product, and in no case will Tyco Thermal Controls or its distributors be liable for any incidental, indirect, or consequential damages arising from the sale, resale, use, or misuse of the product. Specifications are subject to change without notice. In addition, Tyco Thermal Controls reserves the right to make changes—without notification to Buyer—to processing or materials that do not affect compliance with any applicable specification.

---

Tyco, DigiTrace, TraceCalc Pro, BTV, HAK-C-100, HAK-JB3-100, QTVR, XTV, JBM-100, S-150, T-100, E-100, JBS-100 e VPL são marcas registradas da Tyco Thermal Controls LLC ou de suas afiliadas. Megger é uma marca registrada da Megger Limited.

**Importante:** Presume-se que todas as informações, inclusive as ilustrações, sejam confiáveis. Porém, os usuários devem avaliar por si mesmos a adequação de cada produto para sua aplicação. A Tyco Thermal Controls não oferece qualquer garantia sobre a exatidão ou abrangência das informações e nega toda e qualquer responsabilidade decorrente do uso delas. As únicas obrigações da Tyco Thermal Controls são aquelas constantes nos Termos e Condições Padrão da Tyco Thermal Controls para Venda deste produto, e a Tyco Thermal Controls ou seus distribuidores não se responsabilizam por danos accidentais, diretos ou indiretos decorrentes da venda, revenda, uso e mau uso do produto, em nenhuma hipótese. As especificações estão sujeitas a alterações sem notificação prévia. Além disso, a Tyco Thermal Controls reserva-se o direito de alterar - sem notificar o Comprador - processos ou materiais que não afetem a conformidade em relação a qualquer especificação relevante.

---

Tyco, DigiTrace, TraceCalc Pro, BTV, HAK-JB3-100, QTVR, XTV, JBM-100, S-150, T-100, y VPL son marcas comerciales de Tyco Thermal Controls LLC o sus afiliados. Megger es una marca comercial de Megger Limited.

**Importante:** Toda la información, incluidas las ilustraciones, se considera fiable. Sin embargo, los usuarios deberán evaluar independientemente la idoneidad de cada producto para su uso particular. Tyco Thermal Controls no garantiza que la información sea exacta ni completa y rechaza toda responsabilidad relativa a su uso. Las únicas obligaciones de Tyco Thermal Controls son aquellas incluidas en los Términos y Condiciones de Venta estándar de este producto y, en ninguna circunstancia, podrá hacerse responsable a Tyco Thermal Controls o sus distribuidores de incidentes indirectos o daños a consecuencia de la venta, reventa, uso o mal uso del producto. Las especificaciones se encuentran sujetas a cambio sin previo aviso. Además, Tyco Thermal Controls se reserva el derecho de efectuar cambios en los materiales o procesos de fabricación, sin notificarlo al comprador, siempre que no afecten al cumplimiento de ninguna de las especificaciones aplicables.

---

**Worldwide Headquarters**  
**Tyco Thermal Controls**  
7433 Harwin Drive  
Houston, TX 77036  
USA  
Tel (800) 545-6258  
Tel (650) 216-1526  
Fax (800) 527-5703  
Fax (650) 474-7711  
info@tycothermal.com  
[www.tycothermal.com](http://www.tycothermal.com)

**Canada**  
**Tyco Thermal Controls**  
250 West St.  
Trenton, Ontario  
Canada K8V 5S2  
Tel (800) 545-6258  
Fax (800) 527-5703