

## Referências Bibliográficas

AINES, R.D., NEWMARK, R.L.; LEIF, R.; KNAUSS, K., Thermal Treatment: Dynamic Underground Stripping and Hydrous Pyrolysis Oxidation. In: **In Situ Thermal Conference** –Technical Seminar - Boston, MA, Jun, 2000, 20p.

ARARUNA Jr. et al., Uso de Cobertores Térmicos na Limpeza de Praias Atingidas por Derrames de Óleo. V Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental, REGIO, **Anais...**, 2003.

ARAUJO, C., **Transmissão de Calor e Suas Aplicações na Engenharia**, [S.l.:s.n], 1970), pp 01-05.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6847**: Aços inoxidáveis e aços resistentes ao calor – Seleção. Rio de Janeiro, 1981.

BAKER, R. S., KUHLMAN, M., A Description of the Mechanisms of In-Situ Thermal Destruction (ISTD) Reactions, **2º International Conf. on Oxidation and Reduction Technologies for Soil and Groundwater - ORTS**, Toronto, Ontario, Canada, 17-21 Nov., 2002. pp 01-10.

BAKER, R. S., BIERSCHEK, J, **In situ thermal Destruction Makes Stringent Soil and Sediment Cleanup Goals Attainable**, TerraTherm Environmental Services, Inc., set 2001, pp 01-04.

BAKER, S.B., In Situ Thermal Desorption: Remediation of Contaminated Soil by Thermal Conduction and Vacuum. In: **In Situ Thermal Conference** –Technical Seminar Boston, MA, Jun, 2000, 17p.

BLANCHARD, J., STAMNES, R., **Engineering forum Issue Paper: Thermal Desorption Implementation Issues**, Publication EPA, EPA 540/F/95/031, January, 1997.

BLEICHER, L., SASAKI. J. M., **Introdução à difração de raio-X em cristais**, Publicação da Universidade federal do Ceará, 2000.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo, **Acidentes ocorridos, derrame de óleo**, Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes>, acessado em junho de 2003.

CHAN, S. Y. N., LUO, X., SUN, W., Effect of High temperature and Cooling Regimes on the Compressive Strength and Pore Properties of Higt Performance concrete, **Construction and Building Materials**, Cap. 14, pp 261-266, 2000.

DUARTE, A. P. L, **Avaliação de Propriedades Termo-Hidráulicas de Solos Requeridas na Aplicação da Técnica de Dessorção Térmica**, 2004, tese de doutorado, DEC, PUC-RIO,RJ.

EPA, **A citizen's Guide to Thermal Desorption**, Publication EPA EPA/542/F/96/005, April 1999.

\_\_\_\_\_, **Charcoal Tube Sampling in Ambient Air**, Publication EPA, 10/24/1994.

\_\_\_\_\_, **How to Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Corrective Action Plan Reviewers**, Publication EPA 510/B-94/003. 1995, VI-1p.

\_\_\_\_\_, **Innovative Site Remediation Technology: Thermal Dessortion – Design and Application** Vol. 5, 1998.

\_\_\_\_\_, **Presumptive Remedies: site Characterization and Techology Selection for CERCLA Sites With Volatile Organic compounds In soils**, Publication EPA, EPA 540/F/93/048, September, 1993.

\_\_\_\_\_, **Thermal Desorption Treatment**. Engineering Bulletin. EPA RREL, Demonstration Bulletin. EPA/540/MR93/507, 1999.

EVANS, J.C., **Geotechnics of Hazardous Waste Control Systems”, Foundation Engineering Handbook**, Cap. 20, 1991, pp. 750-777.

FIBERFRAX, **Manta de Durablanket 1400 (Especificações do produto)**, Unifrax Brasil, Vinhedo, São Paulo.

FURTADO,M., **Isolantes térmicos, Crise energética aumenta procura por revestimentos**, Disponível em: <http://www.quimica.com.br/revista/qd400/isolantes>, acessado em agosto de 2003.

GERDAU, **Manual de Aços 2003**, Gerdau Aços Finos Piratini, pp, 13-30, disponível em: <http://www.gerdau.com.br/acosfinospiratini/port/index.asp>, acessado em novembro de 2003.

GUSMÃO, A.D., **Uso de Barreiras Reativas na Remediação de Aquíferos Contaminados**, 1999. Tese de Doutorado – DEC - PUC-Rio.

HANSEN, K. S. et al., **In situ thermal desorption of coal tar**, **IGT/GRI International Symposium on Environmental Biotechnologies and Site Remediation Tecnologies**, Orlando , Florida, 7-9 dez, 1998, 01p.

IPIECA - **Guia de Planificacion para Contingencias de Derrames de Hidrocarburos en el Agua**. Repertório de Informes. **IPIECA - International Petroleum Industry Environmental Conservation Association**, 1991.

MERGULHAO, A. J. P. P, **Injeção de Nitrato de Amônio em Solo Residual por Eletrocinese e seu Efeito sobre a Sobrevivência da Microbiota Nativa**, , 2003, Dissertação de mestrado, DEC, PUC-RIO, RJ.

METHA, P. K.; MONTEIRO, P. JM. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

MITCHELL, J.K, **Fundamentals of Soil Behavior**. Jonh Wiley & Sons, Inc, 1993.

NOBRE, M.M.M., **Comentários em defesa de tese de doutorado na PUC-RIO**, Rio de Janeiro, 13 fev, 2004.

NOBRE, M.M.M.; NOBRE, R.C.M. e DANTAS, J.A., **Utilização de Técnicas não Convencionais na Remediação de Solos e águas Subterrâneas Subjacentes a um Pólo Industrial**. In: XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, **Anais...** 1998.

NOBRE, R.C.M., NOBRE,M.M.M. e THOMSON, N.R., **Remediação In-Situ de Solos e Águas Subterrâneas através de Processos Térmicos**, In: REGEO, **Anais...** 1999, pp. 515 –525.

OLIVEIRA, S. H., **Avaliação do Uso de Borra Oleosa Procurada como Material de Construção em Sistemas de Impermeabilização de Aterros Sanitários**, 2002, Dissertação de mestrado, DEC, PUC-RIO, RJ.

PORTES, V. L. O., **Aplicação da Dessorção Térmica na Remediação dos Resíduos da Limpeza de Praias Atingidas por Derrames de Óleo**, 2002, dissertação de mestrado, DEC, PUC - RIO, RJ.

Progressive Engineer, **Recovery From an Historic Event**, disponível em [www.progressiveengineer.com](http://www.progressiveengineer.com), acessado em dezembro de 2003.

RABE, C., **Efeito da Temperatura em Solos**, 1998, Dissertação de Mestrado, DEC, PUC-Rio.

RABE, C., SAYÃO, A.S.F.J. e NUNES, A.L.L.S., Estudo Experimental do Efeito da Temperatura em Solos. **Revista Solos e Rochas** Vol. 26, Nº01, jan-abril, 2003, pp. 69-86.

REED, J., Thermal Blanket remove ground-level contaminant. **Civil Engineering Magazine** (6), 1998, pp. 23-24.

SOUZA, M. V., **Transporte Eletrocínético de Gasolina e Óleo Através de um Solo Residual Gnáissico e Borra de Petróleo da Bacia de Campos**, 2003, dissertação de mestrado, DEC, PUC - RIO, RJ.

STEGEMEIER, G.L., A Calculation of the Permeability Required to Prevent Build-up of Pressure in In-Situ Thermal Conduction Process. **GLS Engineering Inc.**, 1998, pp.6

\_\_\_\_\_, **Design Equations For In Situ thermal Desorption**, GLS Engineering Inc, 18 Jan, 1998.

STEGEMEIER, G.L.; VINEGAR, H. J., Soil Remediation by Surface Heating and Vacuum Extraction, **Society of Petroleum Engineers – SPE 29771**. 1995, pp 01-18.

TERRATHERM, **A Demonstration of In Situ Thermal Desorption Thermal Blankets and Wells**, TerraTherm Environmental Services, Inc., set 1997, pp 01-04.

\_\_\_\_\_, **Procecess Description (ISTD)**, Terratherm Environmental Services Inc., disponível em <http://www.terratherm.com>, acessado em junho de 2003.

UNICAMP, Instituto de química, central analítica, disponível em <http://www.iqm.unicamp.br/ca/>

USEPA, **Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons**. US. EPA Remedial Technological Fact Sheet, EPA/600/F-98/021, 1999.

Uzgiris, E. E., **Complex Thermal Desorption of PCBs from Soil**, TerraTherm Environmental Services Inc. <http://www.terratherm.com>, 2001.

VELASCO, R. V., **Concreto de Alto Desempenho Reforçado com Fibras de Polipropileno e Sisal Submetido a Altas Temperaturas**, 2002, dissertação de mestrado, Programa de engenharia Civil/COPPE/UFRJ, p 161.

\_\_\_\_\_, VELASCO, R. V., Comportamento tensão-deformação do concreto de alto desempenh submetido a altas temperaturas, In: V Simpósio Sobre Estrututra de Concreto, São Paulo, **Anais...** 2003.

VINEGAR, H. J. et al., In Situ Thermal Desorption (ISTD) of PCB's, **World Superfund XVIII**, Washington, dez 1997. pp 01-08.

WOOD, P.A., Remediation Methods for Contaminated Sites In: **Contaminated Land and its Reclamations**. Thomas Telford, London, 1997, pp. 47-71.

## Apêndice A - Programação do controlador de temperatura Incon CNT-110

### 5.1. Apresentação

Neste apêndice é apresentado como se faz a programação do controlador de temperatura Incon CNT-110 para um ensaio de dessorção térmica. Essa programação permite realizar o ensaio de forma que os incrementos de temperatura e os seus respectivos intervalos de tempo sejam automáticos.

A seguir é apresentado o painel frontal do controlador, no qual é feita toda a programação desse.

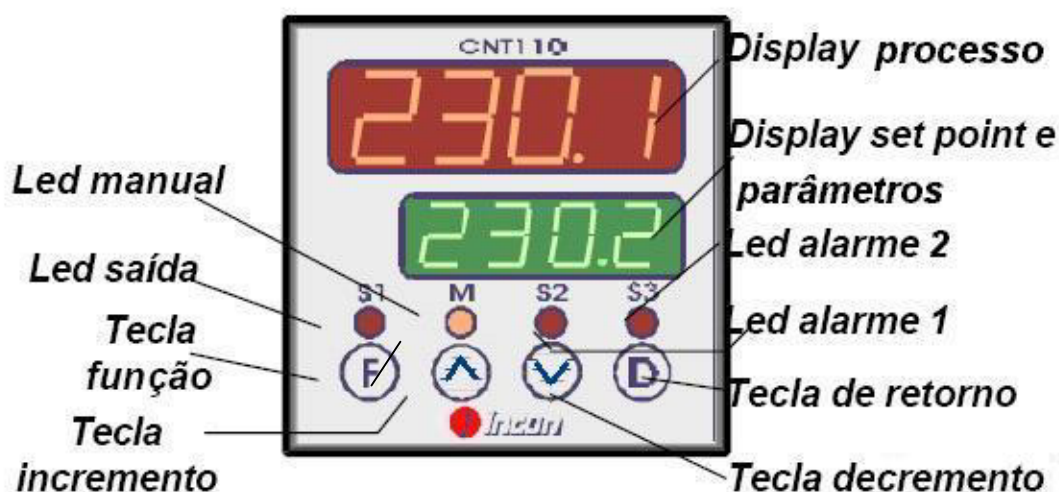


Figura 118 – Painel frontal do controlador de temperatura Incon CNT-110

Descrição do painel frontal:

- *Display* de processo: Apresenta o valor atual da PV (*process variable*). Quando no modo de operação ou programação, mostra o parâmetro que está sendo apresentado;
- *Display* de SP/parâmetros: Apresenta o valor de SP (*set point*) e dos demais parâmetros programáveis do controlador;
- LED's de alarme 1 e 2 : sinalizam a ocorrência de alarme;

- LED saída: Indica que o controlador está ativo com a saída de controle e os alarmes habilitados. Se o tipo de saída de controle selecionado for relé ou pulso, o LED *output* representa o estado instantâneo do pulso ou relé (ligado ou desligado);
- LED manual: Sinaliza que o controlador está no modo de controle manual;
- Tecla função: Tecla utilizada para apresentar os sucessivos parâmetros programáveis do controlador;
- Tecla retorno: Tecla utilizada para retroceder ao parâmetro anteriormente apresentado no *display* de parâmetros e
- Tecla de incremento e tecla decremento: Estas teclas permitem alterar os valores dos parâmetros.

## 5.2. Parâmetros de programação do controlador

Os parâmetros de programação do controlador estão agrupados por afinidade em ciclos (níveis) de telas, onde cada tela é um parâmetro a ser definido. Os 33 ciclos de programação são apresentados na Tabela 33.

Tabela 33 – Ciclos de programação

Ciclo	Acesso
<b>1- Operação</b>	acesso livre
2- Sintonia	acesso reservado
<b>3- Programas</b>	
4- Alarmes	
5- Configuração de entrada	
6- I/Os	
7- Calibração	

O 1º ciclo de operação tem acesso livre. Os demais ciclos necessitam de uma combinação de teclas para serem acessados. A combinação é feita pressionando a tecla retorno e tecla função simultaneamente.

Estando no ciclo desejado, pode-se percorrer todos os parâmetros desse ciclo pressionando a tecla função (ou tecla retorno, para retroceder ao ciclo).

Para retornar ao ciclo de operação, pressionar a tecla função várias vezes até que todos os parâmetros do ciclo atual sejam percorridos.

Todos os parâmetros programados são armazenados em memória não volátil ao trocar de tela.

O valor a ser programado nos parâmetros é ajustado pelas teclas de incremento e decremento.

É possível fazer com que os valores dos parâmetros não sejam alterados depois da configuração final, impedindo assim que alterações indevidas sejam feitas. Os parâmetros continuam sendo visualizados, mas não podem mais ser alterados.

A proteção é feita individualmente por ciclo. Estando no ciclo que se quer proteger, pressione simultaneamente a tecla retorno e a tecla incremento por 3 segundos. Para desproteger, pressione tecla retorno e decremento por 3 segundos. Os visores piscarão brevemente confirmando o bloqueio ou desbloqueio.

### **5.3. Programação para realização de um ensaio de dessorção térmica.**

Para a programação desse controlador de temperatura para execução de um ensaio de dessorção térmica, só é utilizado o ciclo de programação 3 (programas) e o ciclo de operação. No ciclo programas é feita toda a programação das temperaturas e os seus respectivos intervalos de tempo para todo o desenvolvimento do ensaio. Esse recurso do controlador é chamado de rampas e patamares.

Através da tecla retorno e tecla função pressionadas simultaneamente, chega-se ao ciclo de programação 3 (programas), o qual é possível reconhecer inicialmente pela visualização no *display* do processo das letras “Pr n”.

Todos os parâmetros do ciclo programas aparecem no *display* de processo, esses parâmetros são acessados clicando-se sobre a tecla função no painel do controlador de temperatura.

O ciclo de programas tem os seguintes parâmetros a serem ajustados:

**Pr n** (*Program number*) – Edição de programa: Seleciona o programa de rampas e patamares a ser definido nas telas seguintes deste ciclo. É possível criar 4 programas distintos nesse controlador.

<b>Ptol</b>	( <i>Program tolerance</i> ) – Tolerância de programa: Desvio máximo entre a PV e SP do programa. Se excedido o programa é suspenso até o desvio ficar dentro desta tolerância. Programar zero para inibir esta função.
<b>PSP0</b>	(Program SetPoint) - SP's de programa, 0 A 7: Conjunto de 8 valores de SP em unidades de engenharia que definem o perfil do programa de rampas e patamares.
<b>PSP7</b>	
<b>PT1</b>	(Program time) – Tempo de segmentos de programa, 1 a 7: Define o tempo de duração, em minutos, de cada segmento do programa .
<b>PT7</b>	
<b>PE1</b>	(Program event) – Alarmes de evento, 1 a 7: Parâmetros que definem quais alarmes devem ser acionados durante a execução de um determinado segmento de programa.
<b>PE7</b>	
<b>LP</b>	(Link to Program) – Link ao programa: Número do programa a ser conectado. Os programas podem ser interligados para gerar perfis de até 28 segmentos. 0 - não conectar a nenhum outro programa 1 - conectar ao programa 1 2 - conectar ao programa 2 3 - conectar ao programa 3 4 - conectar ao programa 4

A Tabela 34 mostra uma programação feita para um ensaio de dessorção térmica.

Observe que, para esse ensaio o desvio máximo entre a PV e SP (Ptol) foi de 5 graus e o intervalo de tempo entre duas temperaturas distintas (rampas) foi de 5 minutos. Os parâmetros de alarme, que vai de PE1 a PE7, não foram utilizados e por isso estão definidos como “0”.

Tabela 34 – Programação do controlador de temperatura.

<b>Display de processo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Display set point</b>			
Pr n	-	1	2	3	4
Ptol	°C	5	5	5	0
PSPO	°C	25	200	350	0
Pt1	min.	5	1440	5	0
PE1	-	0	0	0	0
PSP1	°C	50	200	400	0
Pt2	min.	2880	5	1440	0
PE2	-	0	0	0	0
PSP2	°C	50	250	400	0
Pt3	min.	5	1440	5	0
PE3	-	0	0	0	0
PSP3	°C	100	250	450	0
Pt4	min.	2880	5	1440	0
PE4	-	0	0	0	0
PSP4	°C	100	300	450	0
Pt5	min.	5	1440	0	0
PE5	-	0	0	0	0
PSP5	°C	150	300	0	0
Pt6	min.	1440	5	0	0
PE6	-	0	0	0	0
PSP6	°C	150	350	0	0
Pt7	min.	5	1440	0	0
PE7	-	0	0	0	0
PSP7	°C	200	350	0	0
LP	-	2	3	0	0

#### 5.4. Ciclo de operação

No ciclo de operação é o ciclo onde se inicia a execução dos programas feitos no controlador e onde se monitora o desenvolvimento do ensaio, e o desempenho do controlador de temperatura.

Nesse ciclo de operação, pressionando-se a tecla função do controlador, verifica-se os seguintes parâmetros nos *displays*:



**PV****SP**

Indicação de PV (viável do processo) e SP (*set point*): O visor superior indica o valor atual da temperatura do cobertor térmico, PV. O visor de Parâmetros (visor inferior) indica o valor da temperatura programada, SP (*set point*).

**Auto**

(*Automatic*) – Modo de controle: “YES” significa modo de controle automático. “NO” significa modo de controle manual. O parâmetro “Auto” aparece no *display* de processo e os modos de operação “NO” e “YES” no *display* do *set point*, a escolha de “NO” e “YES” é feita pelas teclas de incremento e decremento.

**PV****MV**

Indicação de PV (Visor Vermelho), indicação de MV (Visor Verde) valor da variável manipulada MV (saída de controle): Apresenta no visor superior o valor da variável do processo PV, e no visor inferior o valor percentual da potência que está sendo enviada para o cobertor térmico, MV. No modo de controle manual, o valor de MV pode ser alterado. No modo de controle automático, o valor de MV só pode ser visualizado. Para diferenciar a tela com MV da tela de *set point*, o valor de MV fica piscando.

**Pr n**

(*Program number*) – Execução de programa: Seleciona o programa de rampas e patamares a ser executado.

0 - não executa programa

1 - executa programa 1

2 - executa programa 2

3 - executa programa 3

4 - executa programa 4

**run**

Executa os programas: No *display* de processo aparece “run” e no *display* do *set point* seleciona-se “NO” ou “YES” nas teclas de incremento, YES faz-se iniciar os programas feitos no controlador.