

UNIVERSIDADE DE AVEIRO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
2001/2002

Projecto de Automação

Relatório Síntese

Desenvolvimento e Construção de uma Torneira
Termostática de Baixo Custo



Autores:

Luis Filipe Rocha nº16012
Avelino Nelson Spínola nº16630

Orientadores:

Pr. Dr. Vítor Costa
Pr. Dr. Vítor Santos

Índice

1. Introdução.....	3
2. Objectivos.....	3
3. Vantagens de uma torneira termostática	3
4. Definição de etapas.....	4
4.1. Estudo de soluções existentes.....	4
4.2. Propostas de soluções construtivas alternativas	6
4.2.1. Via Eléctrica	6
4.2.2. Via Termo-Mecânica	6
4.3. Modelo estacionário da torneira termostática... ..	7
4.4. Solução alternativa.....	12
5. Conclusões.....	15
6. Referencias.....	15



1. Introdução

O presente relatório descreve de modo sintetizado e objectivo o desenrolar deste Projecto de Automação, que consiste no desenvolvimento e fabrico de uma torneira termostática de baixo custo.

A base de funcionamento de uma torneira termostática consiste na capacidade de misturar dois caudais de água a diferentes pressões e com diferentes temperaturas, e manter a temperatura da água de saída constante. Essa temperatura é previamente estabelecida pelo utilizador da torneira. Assim, qualquer variação (de temperatura ou de pressão), que haja nos caudais de entrada é devidamente compensada pelo sistema da torneira para proporcionar a temperatura desejada. Geralmente, essa compensação é realizada por um bolbo que sofre variações de volume proporcionais às variações de temperatura por ele sofridas.

Neste projecto é realizado um estudo geral sobre a torneira, quer de um ponto de vista hidráulico quer termodinâmico, pois envolve teorias de controlo, transferência de calor e fluidos em escoamento.

A elevada complexidade destas torneiras leva a que apresentem preços elevados. Daí a importância deste projecto, que visa reduzir o seu custo, simplificando as tecnologias de fabrico e mecanismos de funcionamento, mas sempre com o intuito de inovar soluções.

Deu-se particular importância às torneiras termostáticas para uso doméstico (banho), visto serem as mais procuradas pelo mercado.

2. Objectivos

São os seguintes objectivos que se pretenderam atingir ao longo deste projecto :

- Perceber o funcionamento de uma torneira termostática;
- inovar soluções;
- simplificar construção;
- manter fiabilidade e funcionalidade;
- reduzir custos de fabrico;
- construção de uma torneira termostática;
- Teste da torneira construída.

3. Vantagens de uma torneira termostática

Durante a investigação sobre este tipo de torneiras encontrou-se um artigo sobre segurança, que atribuía aos banhos a causa de 24% das queimaduras em crianças. Soube-se também que basta apenas meio segundo em contacto com água a 60°C para atingir queimaduras de 3º grau. Daí que uma das grandes vantagens destas torneiras é a segurança do utilizador, pois elas possuem restrições, suficientes para que a temperatura do banho não exceda aquela pretendida e evite variações bruscas da temperatura. Este tipo de torneiras permite a implementação de um botão no manipulador da temperatura, que limita esta num certo valor (normalmente 38°C), só podendo excedê-la premindo o botão. Outro mecanismo de segurança existente provoca a interrupção da água quente se por alguma razão falhar a água fria e vice-versa, prevenindo o utilizador de qualquer choque térmico. Isto só é possível porque estas torneiras possuem um sistema, que constantemente equaliza as pressões dos dois caudais de entrada, ou seja, quando deixa de existir pressão numa das entradas, o caudal da outra é interrompido.



A selecção da temperatura à saída é outra das vantagens, pois o utilizador pode escolher a temperatura que deseja regulando-se por uma escala existente no manípulo, o que reduz o tempo de regulação perdido ao operar com as torneiras convencionais.

Depois de feita a selecção da temperatura esta irá permanecer aproximadamente constante durante todo o banho, sendo uma mais valia desta torneira.

Como vimos acima, o tempo de regulação de água é praticamente nulo, logo vai reduzir os desperdícios de água. Tal como existe um limitador de temperatura, também pode ser implementado um limitador de caudal, no respectivo manipulo. Assim, podemos referir a economia da água como outra das vantagens das torneiras termostáticas.

4. Definição de Etapas

Para a realização deste projecto, as etapas a seguir foram as estipuladas pelo protocolo fornecido:

- Estudo de soluções existentes;
- Propostas de soluções construtivas alternativas, com diferentes níveis de sofisticação;
- Opção pela solução construtiva a implementar;
- Fabrico e teste.

4.1. Estudo de soluções existentes

Nesta fase, começou-se por tentar obter o máximo de informação possível através de pesquisa na internet, deslocação a lojas, contacto com fabricantes e pesquisa em bibliografias apropriadas. Foi durante esta fase que se começou a ter uma percepção do que consiste e como funciona uma torneira termostática.

Verificou-se assim que a base de funcionamento de uma torneira termostática está na presença de um bolbo. Este vai ser o principal responsável por manter a temperatura de saída escolhida constante, pois compensa qualquer variação das temperaturas de entrada. Essa compensação é feita através de um pistão actuador, pois a posição deste é função da temperatura (Fig.2). O bolbo (Fig.1) consiste num invólucro, que encerra uma cera, em que a sua sensibilidade à temperatura é traduzida na expansão do volume quando a cera funde devido ao aumento da temperatura. Esta variação de volume é amplificada por um cone de borracha e transferido para o pistão. A cera e o cone de borracha são separados por um diafragma de borracha.

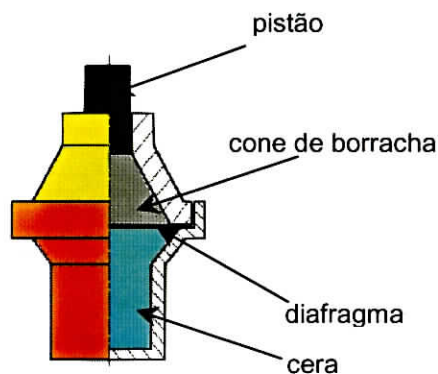


Fig.1 - Constituição do bolbo

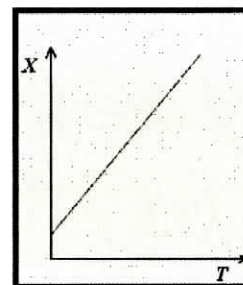
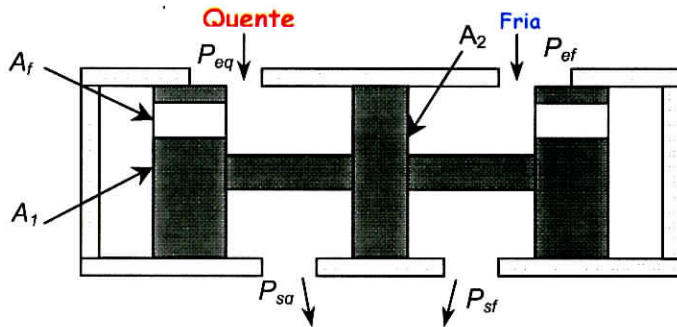


Fig.2 - X em função de T



quais?

Algumas das torneiras encontradas possuem um equalizador de pressões. Verifica-se que estas torneiras têm melhor tempo de resposta visto que as pressões são equalizadas a tempo real (ou aproximadamente), sendo variáveis que o bolbo não consegue controlar.



- P_{sq} - Pressão de saída da água quente
- P_{sf} - Pressão de saída da água fria
- P_{eq} - Pressão de entrada da água quente
- P_{ef} - Pressão de entrada da água fria

Fig.3 – Representação esquemática do equalizador de pressões

$$P_{eq} \neq P_{ef}$$

Dedução analítica da pressão à saída:

dos arbolos?
nas paredes...

$$P_{sq}(A_1 - A_f) + P_{sq}A_2 + P_{sf}(A_2 - A_f) = P_{sf}(A_1 - A_f) + P_{sf}A_2 + P_{sq}(A_2 - A_f) + F_{atrito}$$

$$P_{sq}A_1 = P_{sf}A_1 + F_{atrito}$$

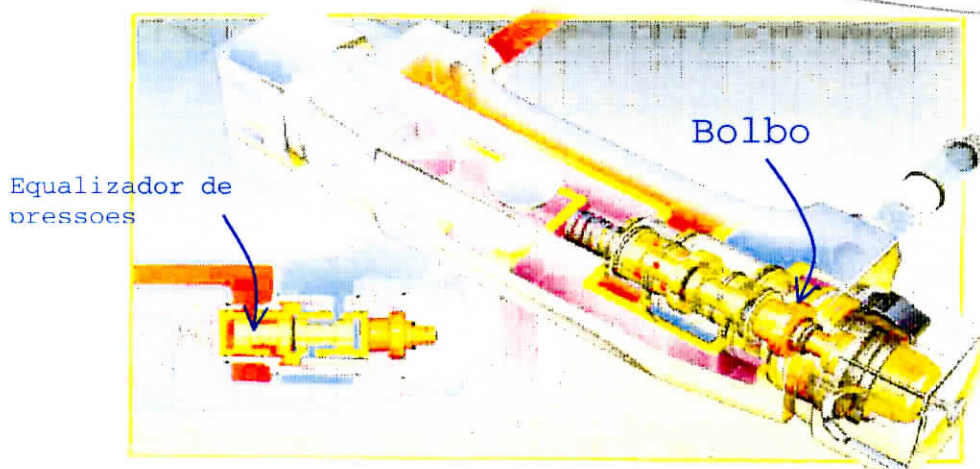
Vamos considerar que $F_{atrito} \approx 0$, ou seja, é desprezável, e então:

$$\boxed{P_{sq} = P_{sf}} \quad (1)$$

Esta dedução comprova a utilidade do equalizador de pressões, em regime estacionário.

Para lá da equalização das pressões em regime permanente, o equalizador de pressão garante o fecho imediato da entrada de um dos caudais caso se verifique a falta do outro: sistema anti-escaldão e anti-resfriado.

Podemos também observar que estas torneiras têm no seu interior vários canais que dificultam os processos de fabrico com se verifica no exemplo seguinte (Fig.4).



→ não se vê muito bem!

Fig.4 – estrutura interna de uma torneira termostática

<http://www.timmaison.com>



Quanto à configuração exterior, esta é variada. Encontram-se torneiras de embutir na parede, torneiras exteriores (do género da Fig.4), e até torneiras termostáticas de cozinha. No entanto as mais abundantes são as torneiras exteriores, tendo duas variantes: para duche; para duche e banheira.

4.2. Propostas de soluções construtivas alternativas

4.2.1. Via Eléctrica

A solução proposta, era também a mais ambiciosa, pois era uma solução que utilizava um actuador eléctrico (motor) em substituição do tradicional bolbo para realizar o movimento necessário à regulação da temperatura. Para a alimentação do actuador, era proposto um hidrogerador incorporado na torneira que fornecia a energia necessária ao funcionamento do motor, evitando assim a utilização de energia da rede pois esta tornar-se-ia perigosa. O controlo da temperatura seria feito através de um termopar.

Esta proposta tinha como vantagens um controlo da temperatura em tempo real (quase), dava ao utilizador um maior número de alternativas de regulação, dado o vasto campo de aplicações que a electrónica proporciona, como por exemplo a programação do banho. A sua principal arma era ser uma solução inovadora não existente no mercado,

No entanto, existem alguns inconvenientes, como o facto de os componentes necessários à concepção da torneira terem um custo muito elevado, não estando no âmbito do nosso projecto. O número de componentes e o tamanho de alguns deles era elevado levando a que a torneira ficasse com grandes dimensões. Existia também a possibilidade de infiltrações de água nos componentes eléctricos levando ao seu mau funcionamento, sendo necessário um cuidado adicional no isolamento desses. As pressões existentes nas canalizações teriam de ter no mínimo 3 bar para o hidrogerador fornecesse a energia necessária ao funcionamento do motor se não houvesse perdas. Assim só uma boa instalação permitiria o uso desta torneira ,

4.2.2. Via Termo-Mecânica

Dada a inviabilidade da via eléctrica, teve-se que optar por um caminho não tão inovador mas que visa melhorar os sistemas de funcionamento das torneiras já existentes, e tenta simplificar os processos de fabrico inerentes à construção de uma torneira deste tipo.

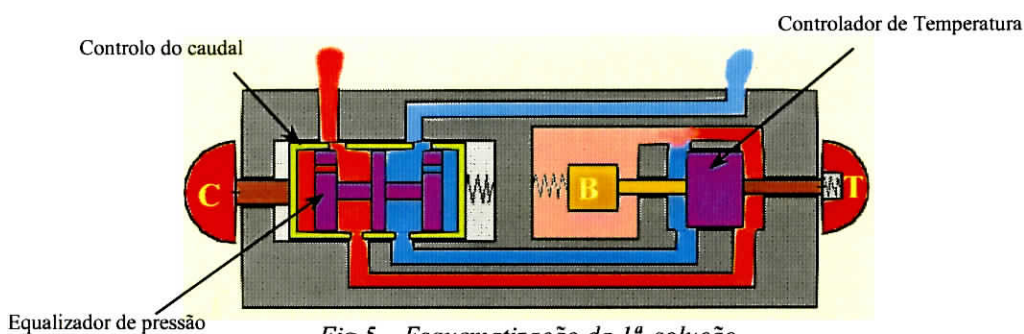


Fig.5 – Esquematização da 1ª solução

Esta alternativa foi idealizada no intuito de simplificar o funcionamento da torneira, pois a equalização das pressões é feita separadamente da regulação da temperatura. Desta forma



consegue-se que os diâmetros dos castelos do equalizador sejam maiores, aumentando assim a força de actuação no êmbolo, o que melhora a fiabilidade deste sistema. O fecho da água é feito à entrada. Em seguida, e depois de equalizadas as pressões, a água segue para a válvula termostática, situada do lado direito da torneira, onde as águas são misturadas para regular a temperatura. Por fim, a mistura banha o bolbo, que está situado na zona de saída da água, e sai para o exterior.

Posteriormente verificou-se que esta solução possui demasiados canais, o que obriga a que a água percorra um curso muito elevado para poder banhar o bolbo, o que origina perdas de pressão consideráveis. Além disso, estes canais dificultam e limitam os processos construtivos a usar. A separação dos sistemas de equalização de pressões e de regulação de temperatura, levam também a que a torneira tenha grandes dimensões.

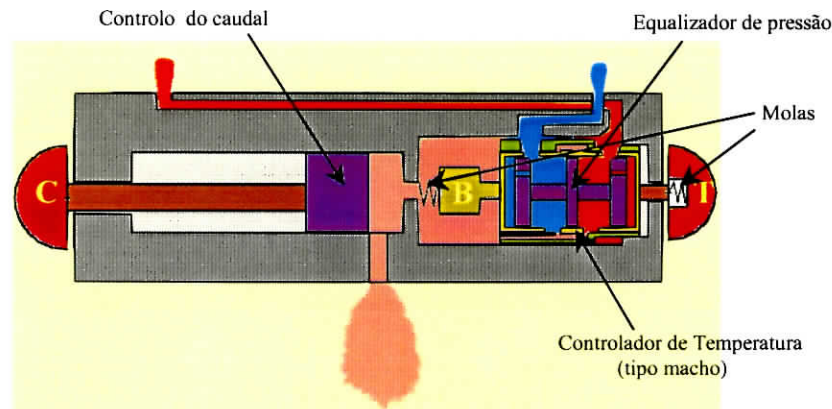


Fig.6 – Esquematização da 2ª solução

Com o objectivo de reduzir as dimensões da torneira, tornando-a esteticamente mais agradável, propôs-se uma solução mais compacta que a primeira, através da inclusão do equalizador de pressões no sistema de regulação da temperatura (Fig. 6). É uma solução semelhante a outra encontrada no mercado, mas possui uma evolução. Esta consiste em trocar a posição do bolbo que estava do lado direito da válvula para o lado contrário, reduzindo o percurso da água e eliminando um canal existente anteriormente, necessário para que a água fosse banhar o bolbo, e voltasse para trás para a sua evacuação. Com a redução deste canal, simplifica-se o interior do corpo da válvula, tornado-se mais fácil a sua construção. Com este método é necessário apenas a colocação de duas molas na válvula originando um sistema com dois graus de liberdade. Verificou-se que, devido ao bolbo ter mudado de posição, será necessário fazer a inversão das águas de entrada. Posteriormente, verificou-se que era possível evitar a inversão dos canais de entrada, usando de um actuador de temperatura do tipo fêmea, o que vai inverter a acção do bolbo quando este variar de volume. Neste modelo, o fecho da água e controlo do caudal é feito na saída.

Entretanto torna-se necessário encontrar as equações que descrevem o comportamento da válvula..

4.3. Modelo estacionário da torneira termostática

- Particular interesse: temperatura de saída, quando os parâmetros de entrada (pressão e temperatura) variam.

*esta foi sempre assumido fixa!!
(no que se segue!)*



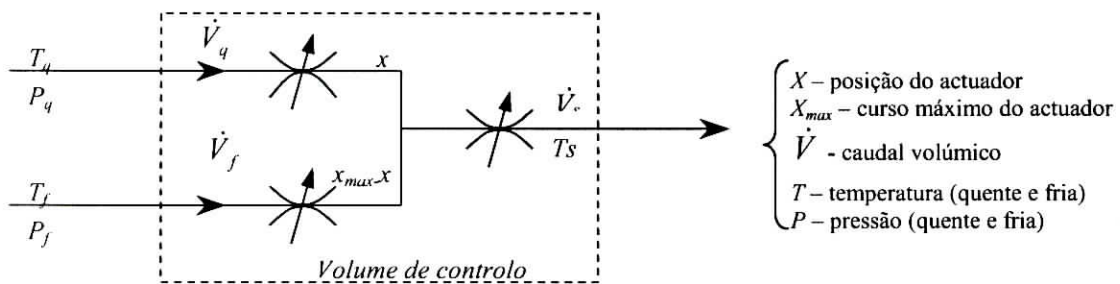


Fig.7 – Representação esquemática do volume de controlo

Aplicando a 1ª lei da termodinâmica no volume de controlo fica:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}_s h_s - \dot{m}_q h_q - \dot{m}_f h_f \quad (2)$$

Dadas as condições do problema, o \dot{W} (transferência de trabalho) e o \dot{Q} (transferência de calor), através da superfície de controlo são desprezáveis e:

Sendo que: $\dot{m} = \rho \dot{V}$, $h = h_f^0 + c(T - T^0)$ e $\dot{m}_s = \dot{m}_q + \dot{m}_f$

Os orifícios são considerados isotérmicos. Assim, podemos escrever a equação(2) como:

$$T_s = \frac{\rho_q c_q \dot{V}_q T_q + \rho_f c_f \dot{V}_f T_f}{\rho_q c_q \dot{V}_q + \rho_f c_f \dot{V}_f} \quad (3) - \text{temperatura de saída (misturada)}$$

O caudal volúmico no escoamento turbulento é dado pela expressão:

$$\dot{V} = W \cdot x \cdot C_q \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

W – gradiente de área
 x – Posição do actuador
 C_q – coeficiente de descarga
 ΔP – queda de pressão no orifício

Assim:

$$T_s = \frac{T_q \left(\frac{x}{x_{max}} \sqrt{P_q - P_s} \right) + T_f \left[\left(1 - \frac{x}{x_{max}} \right) \sqrt{P_f - P_s} \right]}{\frac{x}{x_{max}} \sqrt{P_q - P_s} + \left(1 - \frac{x}{x_{max}} \right) \sqrt{P_f - P_s}} \quad (4)$$

Como se verificou na equação (1) (equalizador de pressões), $P_q = P_f$ o que simplifica significativamente a equação anterior, e:

$$T_s = T_f + \frac{x}{x_{max}} (T_q - T_f)$$

relação linear
(5) muito simples!!



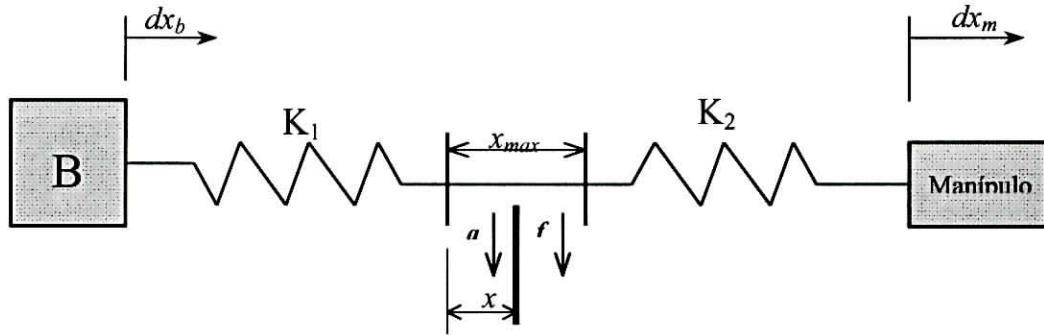


Fig.8 - Representação esquemática do sistema regulador da temperatura com actuador do tipo fêmea

Para o cálculo dos deslocamentos do actuador, a partir das acções do bolbo e do manípulo, precisa-se de ter conhecimento das forças exercidas nas molas do sistema. Na figura seguinte está representado o sistema de forças análogo ao da válvula, que variam em função das posições do bolbo e do manípulo.

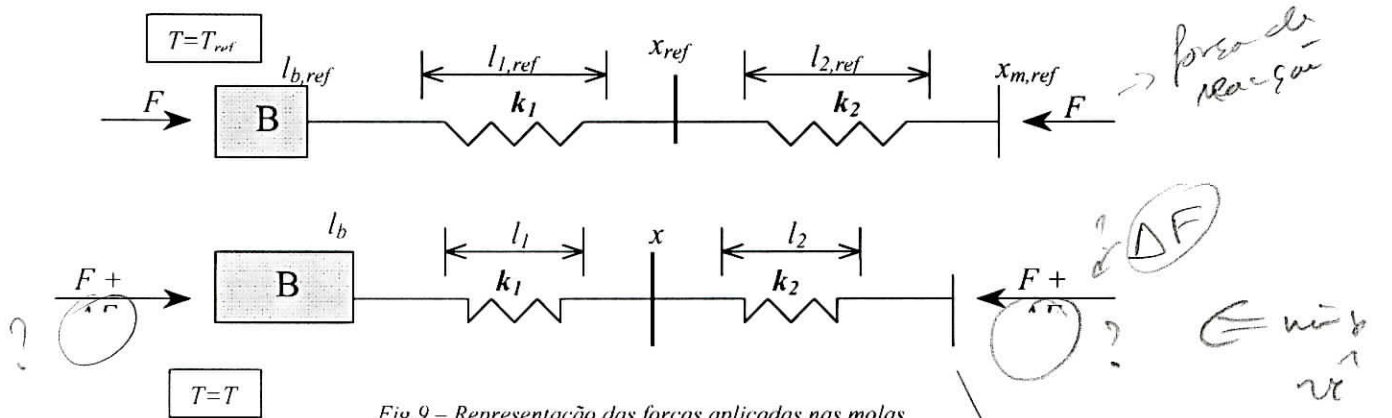


Fig.9 - Representação das forças aplicadas nas molas

devido à dilatação instantânea do bolbo?
 $\Delta F = k_1(l_{1,ref} - l_1) = k_2(l_{2,ref} - l_2)$

Através da Fig.9 verificou-se que:

$$l_{1,ref} - l_1 = (l_b - l_{b,ref}) + (x - x_{ref}), \quad l_{2,ref} - l_2 = (x_m - x_{m,ref}) - (x - x_{ref})$$

Substituindo estas expressões em (6) e considerando $x_{ref} = 0$, obtém-se:

$$(x - x_{ref}) = -\frac{k_1}{k_1 + k_2} (l_b - l_{b,ref}) + \frac{k_2}{k_1 + k_2} (x_m - x_{m,ref}) \quad (7)$$

→ Dilatação do Bolbo

$$\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \approx \frac{1}{V_{ref}} \cdot \frac{V - V_{ref}}{T - T_{ref}} = \frac{1}{A \cdot l_{b,ref}} \cdot \frac{A \cdot l_b - A \cdot l_{b,ref}}{T - T_{ref}} \Leftrightarrow$$

Logo é? $[\beta] = \text{°C}^{-1}$

força de reação
 ΔF
 = não
 não
 (6) → fixo porque i
 na abordagem estática
 logo
 $\Delta F = k_1 \Delta l_1 + k_2 \Delta l_2$
 não é ???
 ou é um
 estado de
 equilíbrio
 em que $F=0$??



$$(l_b - l_{b,ref}) = l_{b,ref} \cdot \beta (T - T_{ref}) \Rightarrow (l_b - l_{b,ref}) = db (T - T_{ref})$$

↳ dilatação do bulbo: m/°C

$$db \Rightarrow [m \text{ } ^\circ C^{-1}] \quad \beta \Rightarrow [^\circ C^{-1}]$$

→ Varição no manípulo

$$(x_m - x_{m,ref}) = \alpha (T_d - T_{ref}) \quad \alpha \Rightarrow \left[\frac{m}{^\circ C} \right]$$

O valor de α está relacionado com o passo da rosca do manípulo. No nosso caso, queremos “varrer” todas as temperaturas numa só volta. Então, se considerarmos que as temperaturas desejadas pelo utilizador variam entre um mínimo de 20 e um máximo de 60°C, temos:

$$\Delta x = \alpha \cdot \Delta T \quad \Leftrightarrow \Delta x = 40\alpha \quad \Leftrightarrow \alpha = \frac{\Delta x}{40}; \quad \Delta x - \text{passo da rosca}$$

Substituindo em (7) as equações obtidas, e considerando $x_{ref} = 0$, temos:

$$x = -\frac{k_1}{k_1 + k_2} db (T_s - T_{ref}) + \frac{k_2}{k_1 + k_2} \frac{\Delta x}{40} (T_d - T_{ref}) \quad (8)$$

Voltando à expressão (5) que dá T_s , para quando $P_q = P_f$:

$$T_s = \frac{T_f + \left[\frac{k_1}{k_1 + k_2} \frac{db}{x_{max}} T_{ref} + \frac{k_2}{k_1 + k_2} \frac{\Delta x}{40 x_{max}} (T_d - T_{ref}) \right] \cdot (T_q - T_f)}{1 + \frac{k_1}{k_1 + k_2} \frac{db}{x_{max}} \cdot (T_q - T_f)}$$

Da equação podem-se destacar dois parâmetros:

$$P_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \frac{db}{x_{max}} \quad P_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2} \frac{\Delta x}{40 x_{max}}$$

Como se pode verificar, o parâmetro 1 está relacionado com a dilatação do bulbo e o parâmetro 2 com o passo da rosca do manípulo.

Finalmente, a equação que traduz a temperatura a controlar é escrita da seguinte maneira:

$$T_s = T_d + \frac{(P_1 - P_2) (T_q - T_f) (T_{ref} - T_d) + (T_f - T_d)}{1 + P_1 (T_q - T_f)} \quad (9)$$



Considerando constantes de molas iguais temos:

$$P_1 = \frac{1}{2} \frac{db}{x_{\max}}$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \frac{\Delta x}{40x_{\max}}$$

→ *factores adimensionais*

→ Posição do actuador

$$\frac{x}{x_{\max}} = -P_1 (T_s - T_{ref}) + P_2 (T_d - T_{ref}) \quad (10)$$

→ Visualização gráfica das equações obtidas, e análise:

Gráficos da evolução das temperaturas desejadas para $T_f=20^\circ\text{C}$

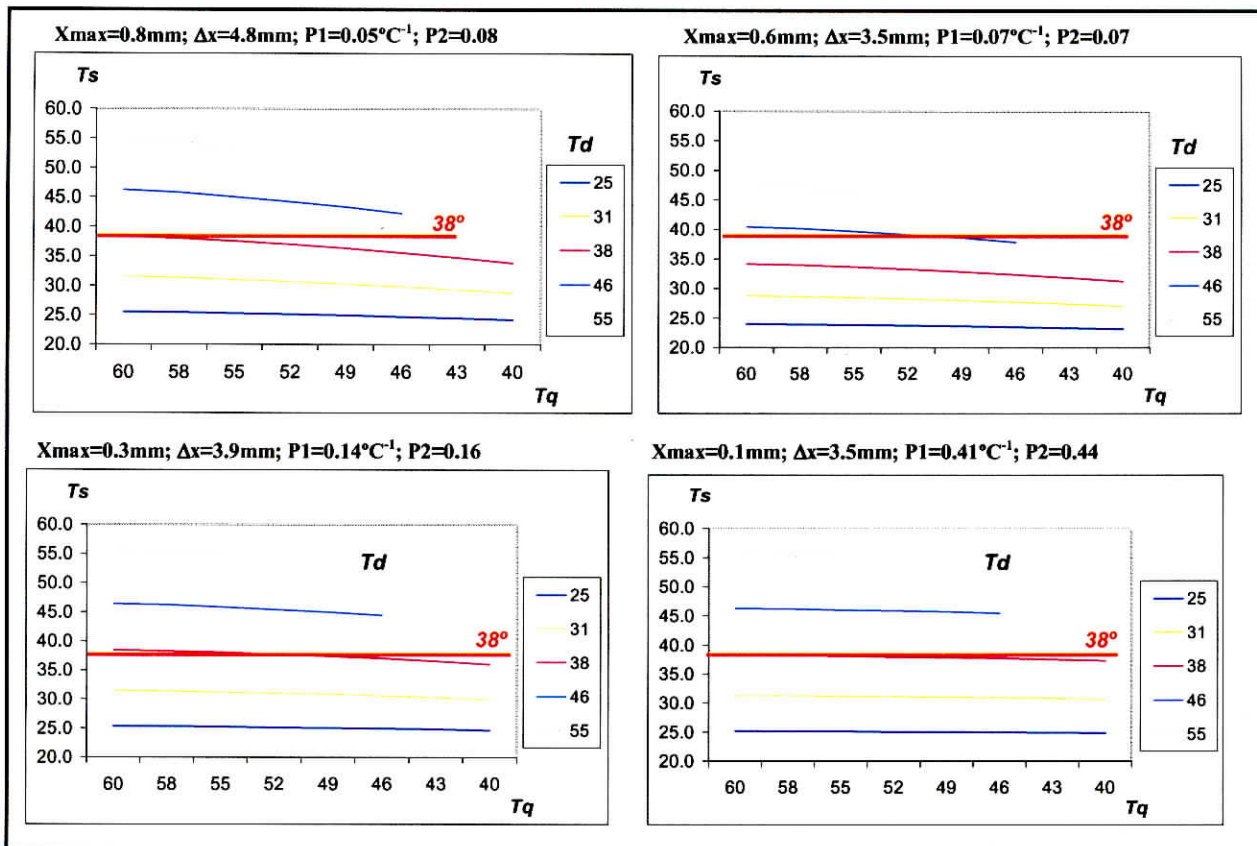


Fig.10 – Representações gráficas da evolução da temperatura desejada



Foi feita uma análise gráfica das várias equações obtidas, e verificou-se que a temperatura de saída era mais próxima da desejada quando se utilizavam parâmetros P1 e P2 elevados. No entanto, estes estão limitados por factores mecânicos e hidráulicos. O parâmetro P1 é limitado pelo valor da dilatação do bolbo e pelo valor do curso do actuador (x_{max}), ou seja, o valor de P1 exige que a dilatação do bolbo seja considerável, ou que o curso total do actuador da temperatura seja diminuto. O parâmetro P2 para além de depender de x_{max} também está relacionado com o passo da rosca trapezoidal utilizada para fazer a regulação da temperatura. Verificou-se que o passo dessa rosca tinha de ser extremamente elevado para que P2 fosse aceitável.

Como o bolbo que foi adquirido não possui características que satisfaçam os requisitos para o parâmetro P1 ($db=0.082 \text{ mm/}^\circ\text{C}$) e o curso do actuador não pode ser muito pequeno, pois iria limitar a passagem do caudal de água, as únicas variáveis que restam explorar são as constantes das molas.

4.4. Solução alternativa

Esta é uma solução uma das molas foi eliminada, surgindo dois elementos móveis, um movido pelo bolbo e o outro pelo manipulo. Isto leva a que deslocamento do actuador seja independente da constante da mola, que apenas serve para garantir o retorno dos elementos móveis.

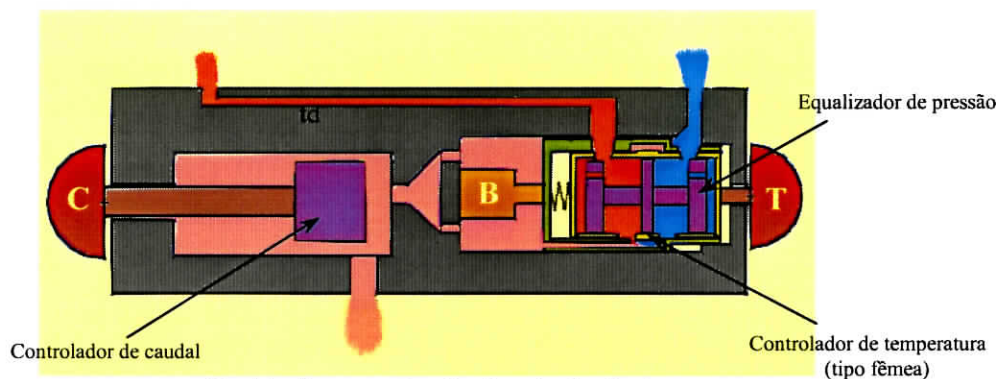


Fig.11 - Esquematização da solução final

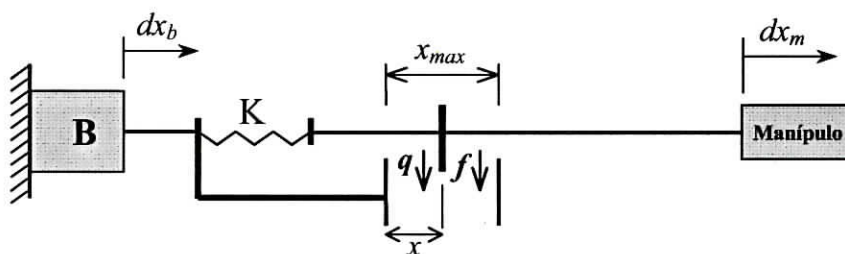


Fig.12 - Representação esquemática do sistema regulador da temperatura



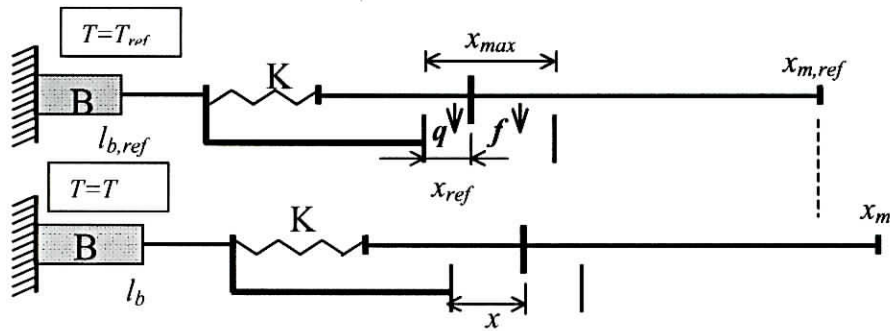


Fig.13 – Representação do movimento dos actuadores

A partir desta figura interessa-nos saber o valor de x em função de qualquer variação que possa existir, quer no bolbo quer no manípulo. Assim, tendo em conta a geometria acima exposta, verifica-se:

$$x' = x_{ref} - l_{b,ref} \beta (T - T_{ref})$$

↳ Esta expressão dá-nos o valor de x em função da temperatura, mantendo o manípulo estático.

$$x = x' + (x_m - x_{m,ref}) \quad \Leftrightarrow$$

$$x = x_{ref} - l_{b,ref} \beta (T - T_{ref}) + (x_m - x_{m,ref})$$

↳ Valor final de x , prevendo a variação da posição do manípulo.
Vamos considerar $x_{ref} = 0$.

usando a expressão (7), pode-se verificar que:

$$x = -db(T - T_{ref}) + \alpha(T_d - T_{ref}) \quad (11)$$

$T = T_s$ - temperatura de saída

T_d - temperatura desejada

Interessa então, encontrar a expressão que nos informa acerca da temperatura de saída, sujeita a estas perturbações, para que possamos estimar os parâmetros necessários à sua calibração.

Substituindo a expressão (11) em (4), temos:

$$T_s = \frac{T_f + [P1 \cdot T_{ref} + P2 \cdot (T_d - T_{ref})](T_q - T_f)}{1 + P1(T_q - T_f)}$$

Assim, temos que:

$$P_1 = \frac{db}{x_{max}}$$

$$P_2 = \frac{\alpha}{x_{max}} = \frac{dx_m}{40x_{max}}$$



Os parâmetros P1 e P2 obtidos são o dobro dos calculados para o esquema de duas molas.

$P1=0.103^{\circ}\text{C}^{-1}$; $P2=0.1308$; $X_{\text{max}}=0.8\text{mm}$; $Dx=4.3\text{mm}$

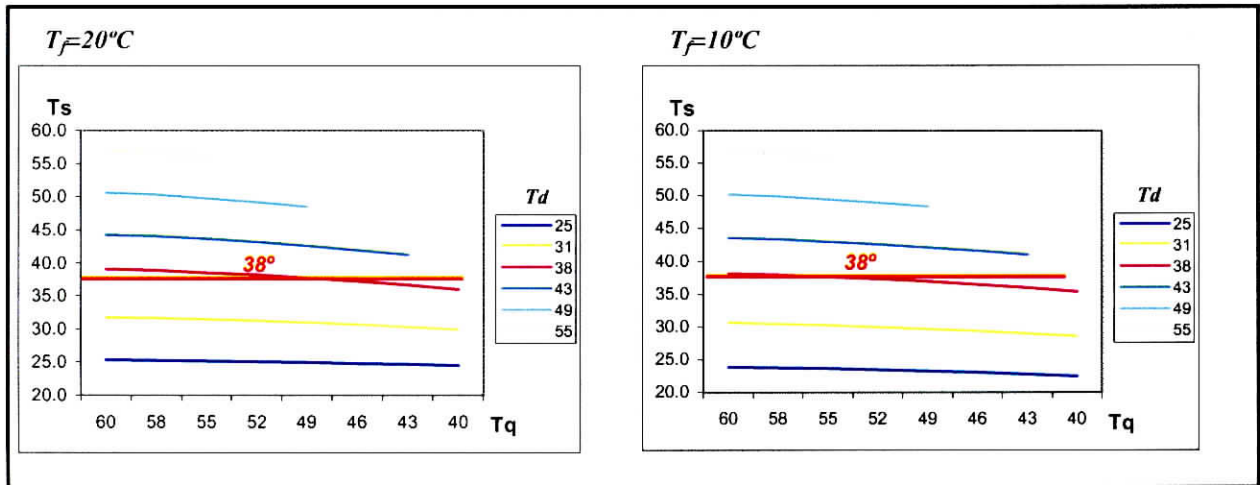


Fig.14 - Representações gráficas da evolução da temperatura desejada para $T_j=20^{\circ}\text{C}$ e $T_j=10^{\circ}\text{C}$

Os valores de temperatura de saída conseguidos com estes parâmetros aproximam-se dos desejados com um erro de $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$, tendo em conta que o bolbo utilizado não era o mais indicado, pois este tinha uma dilatação muito pequena.

Após esta fase de estudo sobre as variáveis que se pretendem controlar, iniciou-se a fase de concepção. É durante esta fase que se desenha a 3D todos os componentes da torneira, sempre com intuito destes não necessitarem de processos de fabrico elaborados. Em seguida passou-se ao fabrico dos componentes.

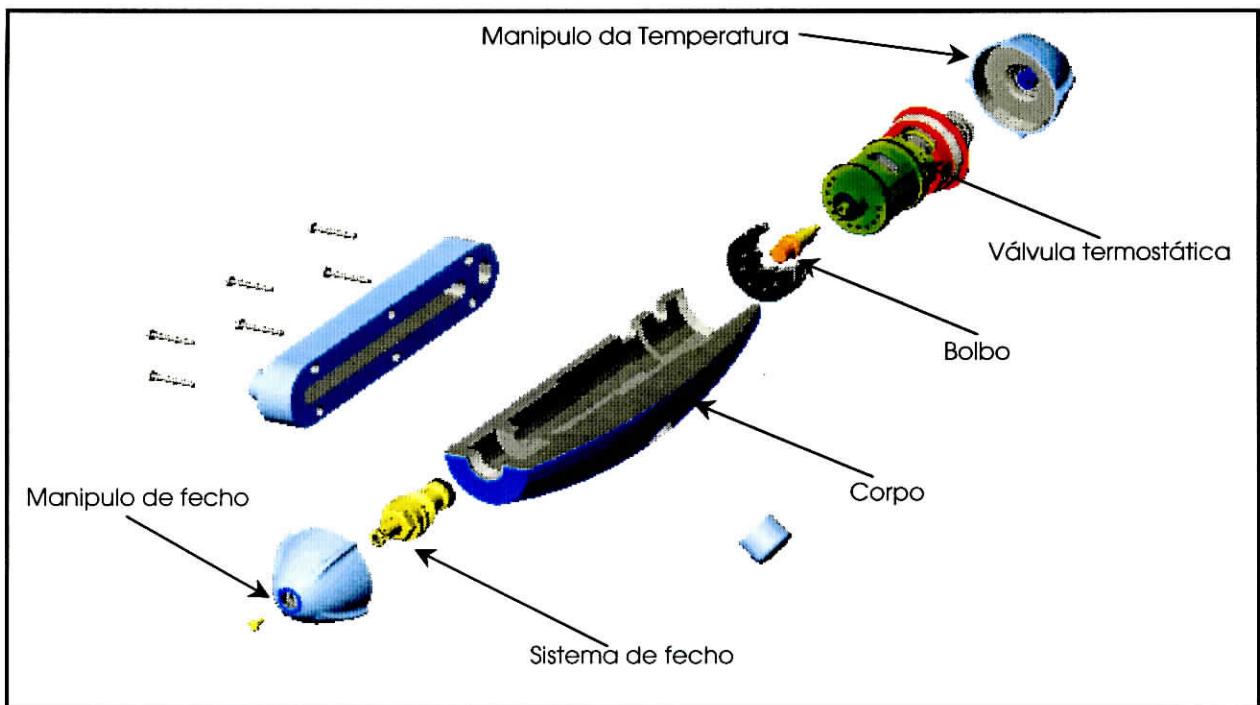


Fig.15 - Desenho explodido da torneira





Fig.16- Aspecto exterior da torneira

O que é
razoáveis?

5. Conclusões

Este projecto torna-se interessante na medida que envolve um grande leque de conhecimentos, mais precisamente na área da termodinâmica e hidráulica. Para além da teoria envolvida existe uma componente prática que envolve o fabrico da torneira, exigindo conhecimentos de processos tecnológicos para a sua execução.

Os resultados teóricos obtidos foram razoáveis, mas poderiam ser melhorados com um bolbo de diferentes características. Isto só não foi possível, porque o bolbo é um componente que não se encontra à venda no mercado separadamente, sendo necessário recorrer a um bolbo de uma válvula com características diferentes da nossa.

Pensamos que todos os objectivos propostos foram atingidos à excepção do teste da torneira. Este não foi atingido até à presente data, visto alguns componentes da torneira estarem na sua fase final de fabrico.

Esta torneira a ser produzida numa unidade industrial, usava processos de fabrico completamente diferentes, principalmente o seu corpo principal que normalmente é produzido por fundição. Assim, o custo torna-se difícil de estimar numa produção em série.

6. Referencias

- HOLMAN J.P., *Heat Transfer*, McGraw-Hill, 7th edn., 1992.
- WONG H.Y., *Heat Transfer for Engineers*, Longman, 1977.
- ANDERSON D.A., TANNEHILL J.C. and PLETCHER R.H., *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*, McGraw-Hill, 1984.
- Pesquisa na internet
 - www.deca.com.br
 - www.racinecompany.com.br
 - www.genebre.es
 - www.lawervalue.comentre outros...

