

O REGULADOR DE WATT

O verdadeiro controle de grandes quantidades de energia só apareceu com a máquina a vapor. O seu primeiro protótipo, construído por Thomas Newcomen em 1712, era um monstro lento, enorme, e muito pouco eficaz, utilizado para bombear a água acumulada nas galerias das minas. Já uma máquina muito melhorada, levada a cabo por James Watt durante a segunda metade do séc. XVIII, era capaz de imprimir ao seu eixo altas velocidades.

Bem depressa se verificou, no entanto, tornar-se necessário encontrar

gular a entrada de combustível, ou, no caso da máquina a vapor, a entrada do vapor. Assim, uma velocidade excessiva leva a válvula da entrada de vapor a fechar-se, e uma perda de velocidade, fazendo com que as esferas baixem, produz automaticamente um fluxo maior de vapor tendente a recuperar a velocidade perdida, através da potência adicional fornecida pelo acréscimo de fluxo do vapor. Desta maneira, a máquina fica controlada de forma a manter constante a velocidade do seu eixo.

Utilizado pela primeira vez em 1788, o regulador de Watt tornou prático o uso da máquina a vapor como fonte de energia controlada, sobretudo nas fábricas de têxteis, nas locomotivas e nos barcos a va-

feras do regulador, correspondesse uma abertura maior da válvula de entrada do vapor, e que, vice-versa, para uma menor velocidade resultasse uma concomitante restrição da admissão de vapor. Isto facto, a um aumento de velocidade corresponderia um aumento do fluxo do vapor, e portanto um aumento de velocidade ainda maior, até que se atingissem os limites mecânicos ou técnicos da máquina, e, possivelmente, a morte de algum contemporâneo de James Watt. Por outro lado, caso a máquina abrandasse de início, menor vapor passaria a receber, ocasionando portanto um abrandamento ainda maior, forçosamente maior nos instantes seguintes, até a máquina atingir uma quietude morna.

A qualquer destes precalços dá-se o nome de retroacção positiva. O primeiro dá pelo nome de embalamo para infinito, o segundo, pelo de embalamo para zero. Qualquer deles é de evitar, mas utilizados em conjunção com a retroacção própria mente dita, a retroacção negativa estabilizante, podem proporcionar métodos estabilizadores com características escolhidas para fazer face ao tipo de perturbações esperadas ao longo do regime de funcionamento da máquina a controlar.

O estudo matemático da estabilidade dos mecanismos de retroacção só mais tarde, no final do séc. XIX,

seria iniciado por J. C. Maxwell — fundador da teoria do campo electromagnético — através dum trabalho que teve por base o estudo do regulador de Watt, intitulado *On Governors* (visto que governar era o nome por que se tornara conhecido aquele regulador).

Note-se que governar e cibernética provém da mesma palavra grega, e que Norbert Wiener, ao utilizar nos seus trabalhos a palavra cibernética não deixou de referir que o trabalho prévio de Maxwell constituiu um dos pontos de partida para a teoria matemática que desenvolveu para o estudo do controle por intermédio da retroacção, e que através da escolha da palavra cibernética presta desse modo reconhecimento a J. C. Maxwell (1) (2).

(1) Wiener, N. — «Cybernetics», 1961, M. I. T. Press, pp. 11-12.

(2) Maxwell, J. C. — «On Governors», 1868, *Proceedings of the Royal Society*, London, vol. 16, pp. 270-283.

LEITURAS

1 — Bernal, J. D. — «Science in History», 1969, Pelican.

2 — Sluckin, W. — «Cérebros Electrónicos», 1954, LBL, Livros do Brasil.

3 — Latil, P. — «O Pensamento Artificial», 1956, IBRASA.

4 — Cohen, J. — «Los Robots en el mito y en la ciencia», 1969, Grigallo.

5 — Chalver, J. — «L'automatisation», 1968, Armand Colin.

6 — Castro, G. de — «Cibernetica Optimização Matemática», 1971, Direcção dos Serviços de Telecomunicações dos C. T. T., Lisboa.

CIBERNÉTICA E MECANIZAÇÃO-3

por José António Barreiros e Luís Moniz Pereira

um dispositivo destinado a manter constantes as velocidades pretendidas, independentemente do esforço exigido à máquina. Ao subir uma colina, por exemplo, uma locomotiva a vapor abrandava imediatamente, a não ser que o fluxo de vapor aumentasse de forma proporcional ao esforço exigido. Para resolver este problema, levantado por quase todas as aplicações da máquina a vapor, James Watt inventou o regulador centrífugo, hoje conhecido pelo seu nome. No primeiro motor a quatro tempos, construído em 1893 por N. Otto, e do qual apresentamos uma gravura, ainda o regulador de Watt é utilizado para assegurar a constância da velocidade. Pode-se vê-lo no centro da figura, ao alto, sob uma campânula. O segredo do regulador está nas duas esferas que aí se vêem, as quais estão ligadas por duas hastes ao eixo vertical do regulador. Este está ligado por engrenagens ao eixo da máquina, de maneira tal que a velocidade de rotação do eixo do regulador é proporcional à velocidade do eixo da máquina. Quando o eixo do regulador roda, ambos os pesos esféricos tendem a afastar-se dele, por virtude da força centrífuga, que neles actua segundo um ângulo proporcional à sua velocidade de rotação. Ao afastarem-se do eixo os pesos sobem, provocando o deslocamento de uma alavanca que vai re-

por. Quarenta anos depois, só na Grã-Bretanha, contavam-se 10 000 máquinas a vapor, cuja potência média por unidade era vinte cavalos-vapor. Cada uma dessas máquinas executava uma tarefa equivalente a entre 400 e 1000 operários. Uma tal expansão torna-a comparável à dos computadores na actualidade.

RETROACÇÃO E ESTABILIDADE

O regulador de Watt patenteia bem as vantagens de se dispor de uma retroacção apropriada por parte do movimento produzido, sobre a fonte de energia que o comanda. Note-se que com o pequeno dispêndio de energia necessário ao movimento giratório das esferas do regulador, se consegue, por via retroactiva, um controle automático sobre uma quantidade de energia muitíssimo maior, sendo essa a ideia de base subjacente a todo o controle que envolva a exploração desta ou daquela fonte de energia.

Mas a segurança desse controle depende dum conceito essencial: o de estabilidade.

Suponhamos então que uma vez a máquina de Watt posta em funcionamento, providenciávamos a que a um aumento de velocidade, e portanto a uma maior rotação e subida das es-

