

1 | Introdução ao Kit MS150 da Feedback

1.1 Introdução

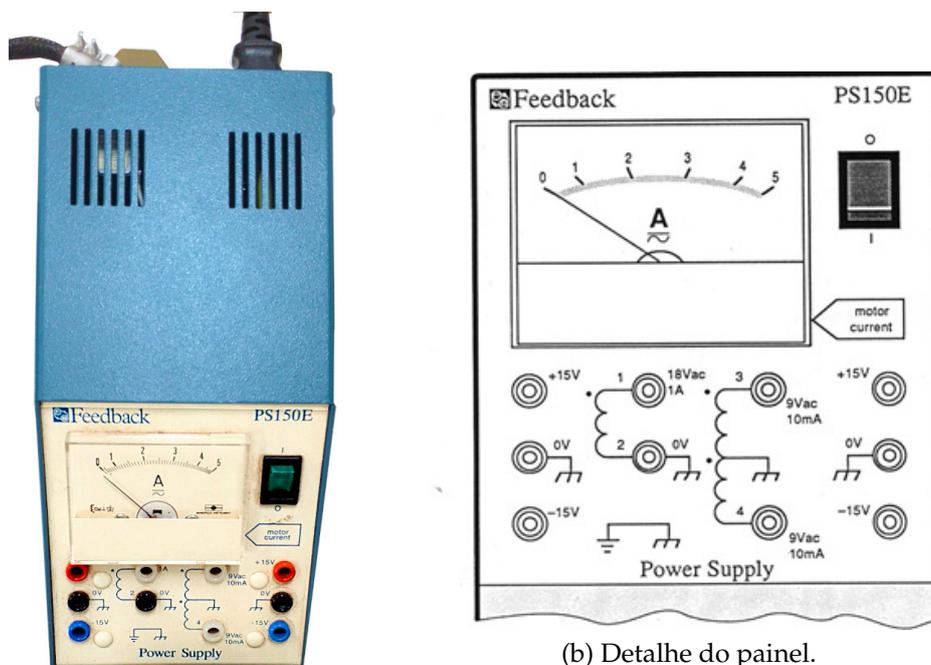
O sistema modular MS150 é destinado ao estudo de sistemas automáticos em malha fechada à base de módulos a CC (Corrente Contínua) e CA (Corrente Alternada).

A nomenclatura de módulos inclui: uma fonte de alimentação, um servo amplificador, um motor a CC, um motor a CA, um módulo de tacogrador com um redutor embutido e mais alguns transdutores e módulos especiais.

1.2 Módulos

PS150E (fonte de alimentação): pode receber uma tensão de entrada de 115V ou 230V, 50/60 Hz, 40 VA. As tensões secundárias são: 24V CC, 2 A não estabilizada, conectada diretamente no servo amplificador através de um soquete de 8 pinos; $\pm 15V$, 150 mA estabilizadas, para alimentar os módulos de baixa potência; 9 V CA e 18 V CA para os módulos a CA.

Este módulo do sistema MS150 gera várias tensões secundárias a partir da tensão de rede 220V, 60 Hz. O painel frontal do módulo é mostrado na figura 1.1. Essa fonte deve ser conectada com o módulo de Servo Amplificador SA150D através do seu cabo com um conector de 12 pinos. O módulo gera uma tensão não estabilizada de 24 V, e as tensões de +15V e -15V estabilizadas. Além disso, a fonte gera uma tensão de 18 V CA, 1 A e duas tensões de 9 V CA defasadas uma em relação a outra em 180°.



(a) Imagem do Módulo.

(b) Detalhe do painel.

Figura 1.1: Módulo PS150E: Fonte de Alimentação.

SA150D (servo amplificador): ou driver de potência, opera diretamente o motor a CC ou alimenta o enrolamento de controle do motor a CA (bifásico). Pode ser conectado aos motores através de um conector de 12 pinos. Este módulo é mostrada na figura 1.2. Ele serve para aumentar a potência do sinal de controle, deve ser conectado diretamente no motor a CC ou no enrolamento de controle do motor a CA.

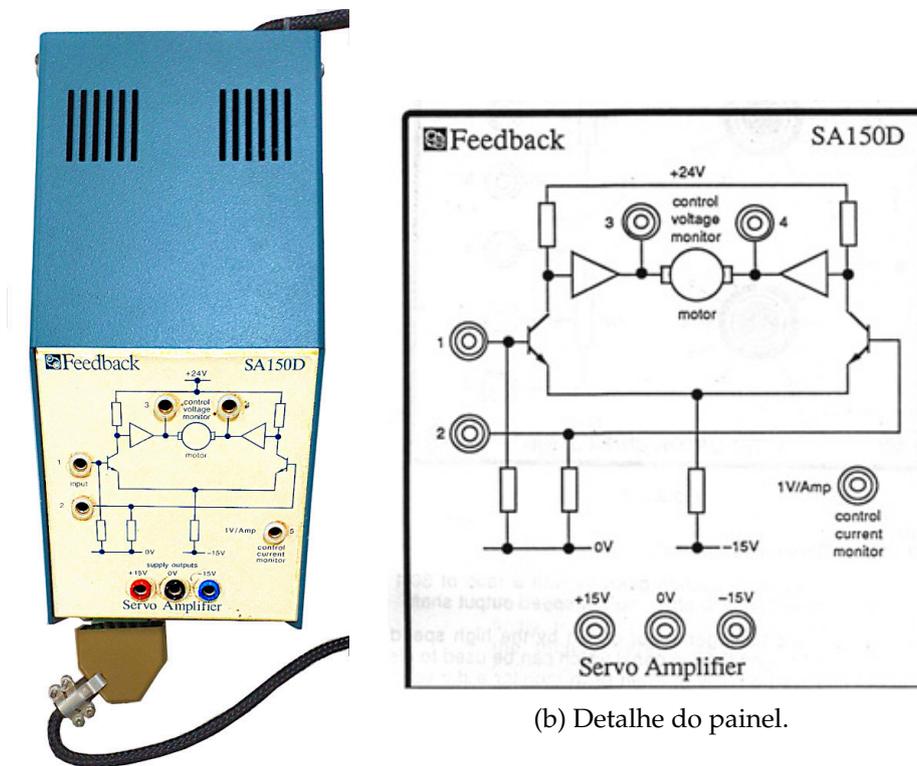


Figura 1.2: Módulo SA150D: Servo Amplificador ou driver de potência.

DCM150F (motor CC): equipado com ímãs permanentes. O eixo do motor, através de um adaptador, pode ser acoplado com o disco de inércia ou o de freio magnético. A aparência deste motor é mostrada na figura 1.3. No eixo do motor pode ser colocado um extensor no qual pode ser acomplado um disco leve (para o funcionamento em conjunto com o freio magnético LU150L) ou um disco de inércia. O eixo do motor, ou o do extensor, pode ser acoplado no eixo de entrada do redutor (embutido no módulo GT150X).

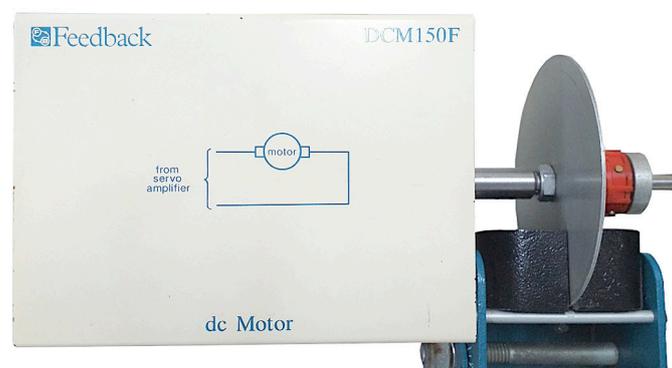


Figura 1.3: Módulo DCM150F: motor CC; na figura aparece acomplado o freio eletromagnético (fator de carga).

AU150B (ajustes de ganho): módulo com potenciômetros; inclui dois potenciômetros de 10 kOhms cada. Esse módulo pode ser utilizado para fazer ajustes de ganhos em sistemas montados a partir de módulos MS150. O layout desse módulo é mostrado na figura 1.4. O módulo contém dois potenciômetros e serve para ajuste de ganhos do sistema.

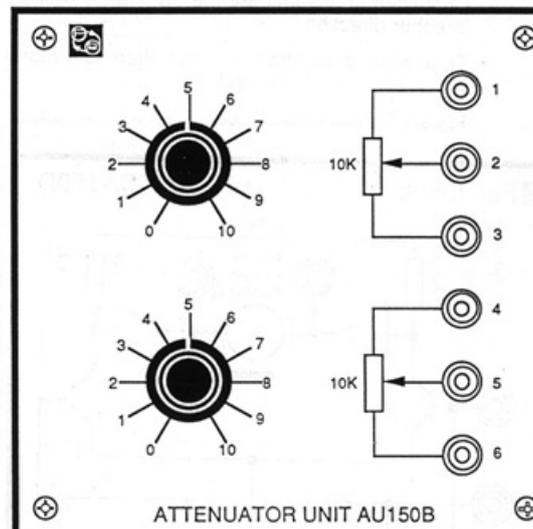


Figura 1.4: Módulo AU150B: ajuste de ganho (potenciômetros).

IP150H e OP150K (potenciômetros de ajuste): de entrada e de saída respectivamente. A precisão desses dispositivos é média. O potenciômetro de saída pode ser acoplado mecanicamente ao eixo de saída do módulo GT150X. Esses dois são potenciômetros rotacionais. O potenciômetro de entrada IP150H é utilizado para gerar uma tensão de referência para o sistema de controle de posição através do ajuste da posição angular do eixo desse potenciômetro. O de saída deve ser acoplado no eixo de saída do redutor (baixa velocidade) do módulo GT150X. Cada um dos potenciômetros IP150H ou OP150K possui na sua saída um amplificador de isolamento para protegê-los contra curto circuito. A alimentação desses potenciômetros é +15V e -15V.



Figura 1.5: Módulo IP150H: potenciômetro de ajuste.

OA150A (Amplificador Operacional): possui três entradas inversoras, possibilitando somar até três sinais. Compreende três tipos de realimentação, a saber, tipo R, tipo RC ou externa. O amplificador operacional possibilita somar até três sinais, possui dois circuitos de realimentação interna e ainda possibilita, através de realimentação externa, fazer ajustes de seu ganho e/ou corrigir a resposta dinâmica do sistema. O layout de OA150A é mostrado na figura 1.6.

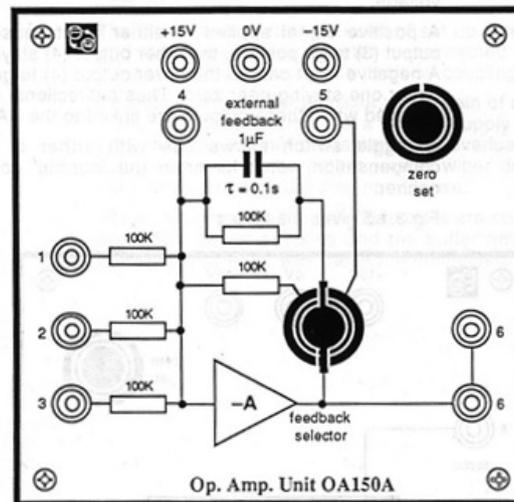


Figura 1.6: Módulo OA150A: Amplificador Operacional (circuito somador inversor).

PA150C (pré-amplificador CC): módulo com dois canais de saída do tipo push-pull para acionar diretamente as entradas do servo amplificador. O ganho é aproximadamente 10. Esse pré-amplificador é utilizado para fornecer o sinal de controle para o Servo Amplificador SA150D. A tampa do módulo é mostrada na figura 1.7. Os sinais aplicados às entradas 1 e 2 são somados, permitindo, desta maneira, a realização de realimentação. Por exemplo, à entrada 1 pode ser aplicado o sinal de referência enquanto à entrada 2 pode ser aplicado o sinal de realimentação. As saídas 3 e 4 são do tipo diferencial, isto é, quando na saída 3 a tensão aumenta, na saída 4 a tensão diminui e vice-versa.

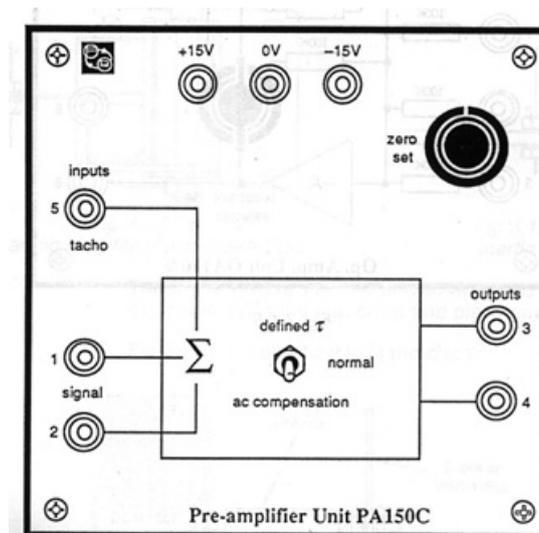


Figura 1.7: Módulo PA150C: pré-amplificador.

LU150L: módulo de carga (freio magnético) em conjunto com um disco fino de alumínio serve para simular um torque externo aplicado ao eixo do motor. A inclinação do freio é variável permitindo um ajuste do valor do torque externo.

Um disco fino de alumínio pode ser montado no extensor do eixo do motor. Quando esse disco está em rotação entre os pólos do ímã permanente de LU150L, correntes de Foucault (“eddy currents” em inglês) estão sendo induzidas no disco. Essas correntes interagem com o campo magnético do ímã permanente o que produz o efeito de freio. A magnitude do torque de freio pode ser ajustada através de variação da inclinação do ímã. O lay out é mostrado na figura 1.8. A posição do disco sobre o extensor do eixo é mostrada na figura 1.9.

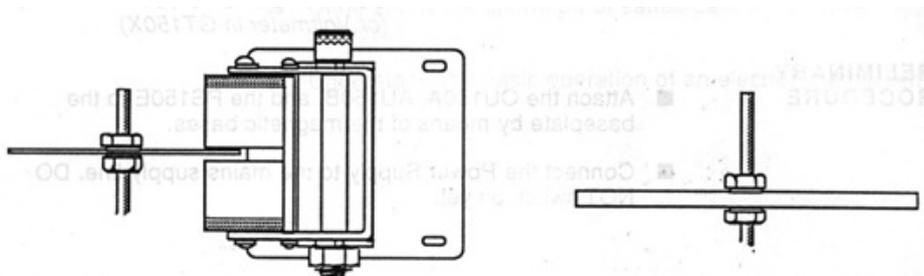


Figura 1.8: Módulo LU150L, do freio magnético.

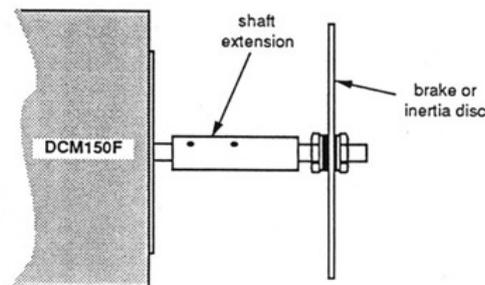


Figura 1.9: Detalhe do acoplamento do freio magnético ao módulo motor DCM150F.

ST150R: transformador de ligação síncrona (faz parte da ligação síncrona) do tamanho 11 padronizado. Possui um disco com uma escala calibrada e outra escala estroboscópica.

ST160T: transmissor de ligação síncrona (faz parte da ligação síncrona) do tamanho 11 padronizado. Possui um disco com uma escala calibrada e um motor acionador a CC com ajuste de velocidade.

MD150S: módulo modulador/demodulador. A seção de demodulador consiste em um retificador sensível a fase e um filtro passa-baixas. Além disso, o demodulador possui um circuito de ajuste de fase de 0o a 180o.

ACM150U: motor a CA bifásico pode ser conectado ao servo amplificador através de um conector de 12 pinos. Possui um resistor para limitar a potência fornecida ao enrolamento de referência. O módulo inclui o circuito de modulador para transformar a tensão CC, gerada pelo tacogerador (encontra-se no módulo GT150X), em uma tensão CA. O circuito do modulador permite ajustar a defasagem do sinal na sua saída.

GT150X: tacogerador e redutor. Esse módulo inclui também um voltímetro digital, que pode ser utilizado para medir tensões CC de até 20V e para medir rotação (rpm) do eixo de alta velocidade (eixo de entrada).

PID150Y: módulo de controlador PID (Proporcional + Integral + Derivativo).

1.3 Cuidados ao Usar

- 1) Cada módulo do sistema MS150 possui uma base magnética e pode ser colocado em qualquer posição sobre a tampa base principal.
- 2) **Iniciar qualquer montagem (mecânica ou/e elétrica) com a fonte de alimentação (módulo PS150E) desligada.**
- 3) As ligações elétricas entre os módulos do sistema são feitas utilizando cabos com 3 fios ou fios simples. Conexões são feitas inserindo os pinos nos conectores. A Retirada de conexões elétricas deve ser feita puxando os pinos (não cabos ou fios) e segurando as tampas dos módulos com outra mão.
- 4) As montagens elétricas devem ser feitas com atenção evitando aplicação de tensões de alimentação invertidas. É proibido unir duas ou mais saídas diferentes entre si. Uma saída pode ser aplicada simultaneamente a várias entradas. Assim, varias entradas podem ser unidas entre si.
- 5) Todas as conexões de alimentação para os módulo devem ser feitas com cabos de 3 fios. As tensões de +15V, -15V e 0V (terra) estão presentes na tampa do **módulo PS150E (fonte de alimentação)** ou na tampa do módulo SA150D (servo amplificador), mas antes é preciso conectar esses dois módulos entre si através do cabo de 12 pinos de servo amplificador.

1.4 Sistemas de Controle em Malha Fechada

Sistemas de controle que enviam o sinal da sua saída para a sua entrada com o propósito de melhorar a sua performance são chamados de sistemas de controle em malha fechada (feedback control systems - em inglês). Sistemas em malha fechada são chamados também de sistemas realimentados (sistemas com realimentação ou com retroação). Um diagrama generalizado de sistemas em malha fechada é mostrado na figura 1.10.

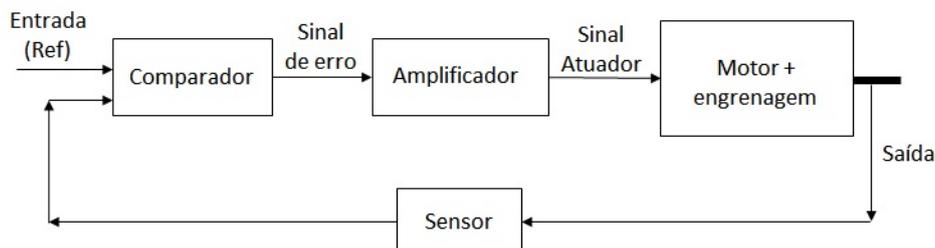


Figura 1.10: Diagrama genérico de sistemas de controle em malha fechada.

Sistemas em malha fechada, em comparação com os em malha aberta, quer dizer, sem realimentação, são mais precisos e não são sensíveis às variações de parâmetros.

1.5 Experimento Previsto

Montar o sistema mostrado na figura 1.11. Esse sistema é do tipo **malha aberta** (sem realimentação). A tensão do potenciômetro superior de AU150B é aplicada à entrada 1 do servo amplificador SA150D. O módulo GT150X é alimentado a partir da fonte PE150E.

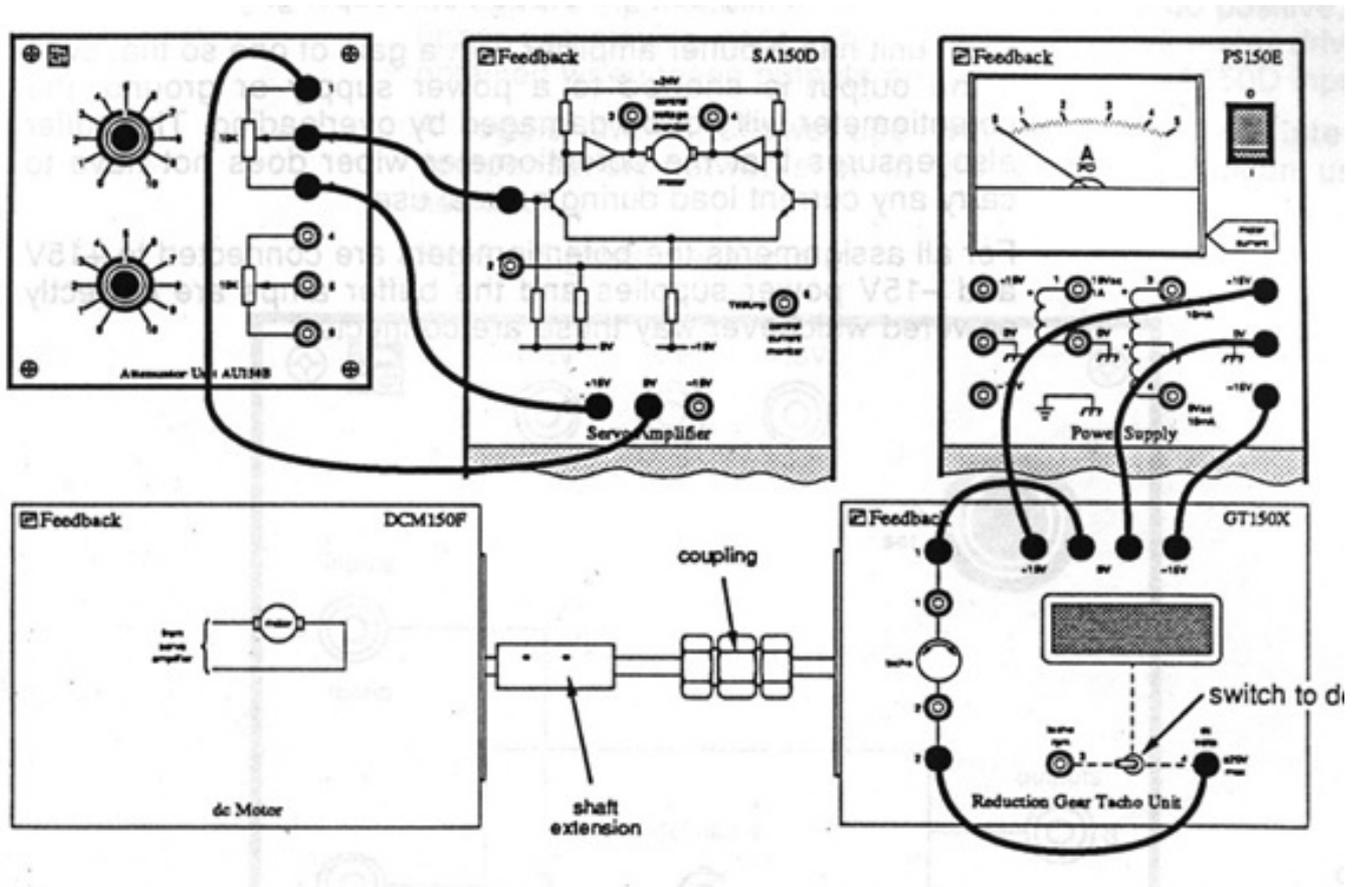


Figura 1.11: Primeira experiência proposta (montagem).

Aumentando a tensão na saída do potenciômetro, aumenta a velocidade do motor. Acrescentando uma ligação entre os conectores 2 e 3 de GT150X e usando a chave seletora é possível medir a tensão na saída do tacogerador e a velocidade em rpm. Se transferir o conector que liga 2 e 4 no módulo GT150X do 2 para a entrada 1 de SA150D, então é possível calcular a relação:

$$\text{Ganho de Velocidade} = \frac{\text{Tensão na saída do tacogerador}}{\text{Tensão na entrada 1 de SA150D}}$$