



PMR 3100 - Introdução à Engenharia Mecatrônica

Prof. Dr. Paulo Eigi Miyagi, Coordenador
Prof. Dr. José Reinaldo Silva
Prof. Dr. Fabrício Junqueira
Prof. Dr. Marcos Ribeiro Pereira Barretto

Mecatrônica em Ação

Objetivos:

Aumentar o repertório de soluções em Engenharia Mecatrônica, com a análise de:

- Materiais utilizados
- Mecanismos
- Tipos de acionamento (no caso, os vários tipos de motor)
- Tipos de sensores
- Tipos de controle
- Fixação das peças
- Aspectos do projeto visando facilitar a fabricação e montagem (DFM, *Design for Manufacturing*¹, e DFA, *Design for Assembly*) e a manutenção.

A estratégia adotada é de desmontar uma impressora *inkjet* e compreender os subsistemas:

- a. Subsistema de alimentação do papel
- b. Subsistema de movimentação do papel
- c. Subsistema de movimentação do carro
- d. Subsistema de descanso do carro

Material de referência:

[Este vídeo](#) é bem completo e a desmontagem será realizada de acordo com o que ele indica. Mesmo que a qualidade não seja das melhores, é possível acompanhar o processo. Sugere-se assistir ao vídeo antes da aula.

[Este link](#) tem uma apostila de manutenção. Veja da página 46 à 57 pois identifica as peças. O manual também fala de outras séries, como a 400, 500, 700 e 800.

[Este manual](#) mostra, a partir da página 12, como desmontar uma impressora HP da série 600.

A análise de DFM/DFA (*design for manufacturing, design for assembly*) poderá ser conduzida a partir dos itens [neste link](#). As apresentações do [Dr. Bates](#) e [Eng. Porter](#) contém exemplos interessantes do conceito.

A análise de *design for maintenance* poderá ser conduzida a partir dos itens [neste link](#).

¹ Note que termos estrangeiros são grafados de forma diferente; o habitual é grafar em itálico, mas poderia ser sublinhado, negrito, etc. O importante é manter o padrão ao longo de todo o texto. Pratique no seu relatório.

Instruções

Você terá duas aulas (200 minutos) para realizar a **desmontagem** e a **remontagem** da impressora. Assim, não precisa ter pressa: analise com cuidado cada etapa do trabalho e, sobretudo, cada solução adotada.

A desmontagem da impressora será realizada através dos passos indicados neste texto, que acompanha [este vídeo](#). Adicionalmente, analise o que deverá constar do relatório.

O relatório deverá ser entregue pelo grupo, via STOA, até 20 de março de 2014. E a Avaliação Individual também deverá ser entregue, via STOA, até 20 de março de 2014. O tamanho sugerido do material a ser produzido tem como referência apenas o texto (ou seja, sem figuras). É muito importante você se acostumar a elaborar trabalhos acadêmicos. Neste [link](#) você encontrará as diretrizes adotadas na POLI para a elaboração de tais trabalhos. Considere as fontes, margens, espaçamentos [deste arquivo](#) exemplo. Para os relatórios pedidos, você não precisa seguir toda a estrutura sugerida. Neste momento o importante é lembrar de identificar do que se trata o relatório, de se identificar, responder os itens listados a seguir, e citar as referências que foram consultadas para embasar as suas respostas (siga o capítulo 3 do [deste arquivo](#)).

Relatório

O relatório deverá conter os seguintes capítulos.

1. Tecnologias de impressão

1.1. Impressão a jato de tinta

Fazer um resumo dos tipos de impressão a jato de tinta, com no máximo 2 páginas; interessa que você compreenda o que é e não que copie textos da internet (**o que é proibido!!**). Isso vale para todo o relatório e toda a sua vida na POLI.

1.2. Impressão a laser

Fazer um resumo do processo de impressão das impressoras laser. No máximo 1 página.

2. Elementos construtivos

2.1. Motores elétricos

Motor elétrico é um dos atuadores mais importantes da Eng. Mecatrônica. Você vai aprender bastante sobre ele durante o curso da Eng. Mecatrônica, Neste item, você deve apresentar um sucinto resumo de como funcionam os motores AC, DC e de passo.

2.2. Sensores

Você vai aprender muito sobre sensores no curso. Mas, para este relatório, você deve fazer um resumo de **não** mais que 2 páginas sobre sensores óticos (mais precisamente, sensores óticos de presença ou chaves óticas, no sentido dado a este termo [neste link](#), que são os usados na impressora) e sobre *encoders*.

2.3. Parafusos

Parafuso é um tipo de elemento de fixação; você vai aprender mais sobre eles no curso de Engenharia Mecatrônica. Mas, pelo momento, você deve apresentar um sucinto resumo dos vários tipos de cabeça de parafuso e dos tipos de rosca. Este item **não** deve ter mais do que 2 páginas.

2.4. Processos de fabricação

Os processos de fabricação são inúmeros e você vai aprender muito sobre eles durante o curso de Eng. Mecatrônica. Neste item, você deve apresentar, de forma sucinta, os processos de injeção de plástico, de estampagem e de usinagem. Este item **não** deve ter mais do que 2 páginas.

2.5. Fabricação de componentes

Você vai aprender mais sobre elementos de máquinas durante o curso, principalmente sobre os vários tipos, dimensionamento e fabricação. Para este relatório, os processos de fabricação de engrenagens e eixos devem ser apresentados, de forma sucinta. Este item **não** deve ter mais do que 2 páginas.

3. Soluções adotadas

3.1. Subsistema de alimentação do papel

a. Descrição do funcionamento

Neste item, você deverá descrever como funciona o subsistema.

b. Sensores e atuadores

Neste item, você deverá **listar** os sensores e atuadores utilizados.

c. Controle

Neste item, você deverá apontar quais são os objetivos de controle a serem atingidos bem como a forma que foi utilizada. Notar que, em casos como a alimentação do papel, não há um “controle total”², no sentido de que, por exemplo, mais de uma folha pode ter sido alimentada.

d. DFM/DFA

Neste item, você deverá apontar como os princípios DFM/DFA foram aplicados, se o foram. Use o guia indicado no Material de Referência para basear a sua análise. Use sua experiência pessoal para comentar como foi a montagem (ou melhor, a remontagem da impressora).

e. Manutenção

² As aspas duplas (ou simples) são usadas para destacar alguma palavra ou termo no texto. Pratique no seu relatório.

Neste item, você deverá apontar como os princípios de *design for maintenance* foram aplicados, se o foram. Use o guia indicado no Material de Referência para basear a sua análise. Use a sua experiência pessoal para comentar como foi a desmontagem (etapa básica para a manutenção).

3.2. Substema de movimentação do papel

Mesmos subitens que 3.1.

3.3. Substema de movimentação do carro

Mesmos subitens que 3.1.

3.4. Substema de descanso do carro

Mesmos subitens que 3.1.

Avaliação Individual

A Avaliação Individual, como o nome sugere, deve ser feita e entregue por cada estudante. O objetivo é que cada estudante reflita sobre o equipamento, ainda que esta reflexão seja pouco informada porque, afinal, o estudante está apenas começando o curso. Os itens a seguir devem constar desta avaliação. A Avaliação Individual deve ter de 2 a 3 páginas.

1. Substema de alimentação do papel

- a. O que mais gostei no projeto?
- b. O que não gostei no projeto?
- c. O que aprendi ao estudar este projeto?

2. Substema de movimentação do papel

Mesmos subitens que 1.

3. Substema de movimentação do carro

Mesmos subitens que 1.

4. Substema de descanso do carro

Mesmos subitens que 1.

Roteiro

Acompanhe com o vídeo indicado no Material de Referência.

Antes de começar, lembre-se de forrar a mesa para evitar que seja manchada com restos de tinta.

1. Levante a tampa, afaste o carro com a mão. Observe que, quando você abaixa manualmente a peça com os roletes, os seguradores de papel da bandeja de saída de papel se separam. Analise como este movimento é transmitido.

2. Remova a bandeja de saída de papel. Observe:

- Quais são as partes? Como foi fabricado? De que material?
- Hastes que movimentam os segurados de papel.
- Remova um dos seguradores de papel. Observe que:
 - A deformação do plástico permite retirar sem quebrar e limita a folga no uso normal.
 - O que causa o retorno do segurador de papel? Notar que o efeito mola não é causado por uma mola.
 - O sistema de pinos que faz a articulação do segurador de papel, bem como o retentor que não o deixa escapar.
- Remonte o segurador de papel.
- Analise como as laterais da bandeja são fixadas a ela. Por que existem estas laterais?
- Deixe de lado esta bandeja.

3. Remova os dois parafusos que seguram o conjunto.

- Por que teria sido usado Torx? E por que T20?
- Notar que a porca não é uma peça separada mas já é parte da base metálica.

4. Retire a régua

- Note as travas.
- De quantas partes é feita?
- Parece de espessura exagerada em relação ao restante das peças?

5. Retire a tampa que cobre a placa lógica

- Note as travas
- De quantas partes é feita?

6. Solte o *flat cable* do painel.

- **Não** puxe o *flat cable*! Puxe a trava!

7. Retire a tampa superior, soltando as 5 travas.

- Acompanhe com atenção o vídeo; não é tão óbvio como proceder.
- Note as travas.
- Como teria sido fabricada a base metálica? Note que é uma única peça. Quais teriam sido os processos de fabricação envolvidos?

8. **Não** retire o painel. Mas note que a manutenção, no vídeo, é destrutiva. Por que teria sido usado um rebite plástico?

9. Analise o sensor ótico de papel (busque no Google por "*optical sensor*").

- Repare que a haste tem um furo.

- Veja qual o componente utilizado, obtenha e leia o *datasheet* do componente. Quais são as aplicações recomendadas?

10. Analise a fita *encoder*.

- Que tipo de *encoder* foi usado? Incremental ou absoluto?
- Localize o sensor ótico que lê os “risquinhos”. Mais adiante, quando desmontar o cabeçote de impressão, ficará mais claro.
- Remova a fita *encoder*.

11. Localize o sensor de tampa.

- Ele está conectado à uma chave.
- Por que ele existe?

12. Localize a correia que transmite movimento ao carro.

- Note que o controle de posição do carro é feito em “malha fechada”: a posição atual é lida, com a fita *encoder*+sensor e corrigida pelo microcontrolador que faz o controle da impressora. Leia sobre controle em malha fechada (pode até ser página da Wikipedia sobre [feedback](#)).

13. Note que o carro gira em torno do eixo metálico, mas este movimento é limitado por um batente.

- Por que este movimento é permitido? Por que é limitado?
- Não deve haver folga entre um eixo e o componente que desliza. Como foi feito para ter folga mínima entre o eixo e o carro?

14. Analise o subsistema de alimentação de papel, que está intrinsecamente ligado ao de movimentação de papel.

- Veja a explicação do vídeo (15:00 a 18:15)
- Embora o vídeo não peça para você fazer isso, remova o motor do papel, para ter acesso às engrenagens.
 - Que tipo de motor foi usado?
 - Para que servem as engrenagens?
 - Meça os diâmetros e veja a relação de torque/velocidade que elas determinam.
- Gire a engrenagem branca com a mão e veja o movimento que causa, que é o de movimentação de papel.
- Movimente o carro para cima do atuador (peça plástica) e gire a engrenagem branca. Veja que a bandeja de entrada de papel se levanta, como visto no vídeo.
- Movimente o carro para fora do atuador. Tente segurar o atuador com a mão e girar a engrenagem branca, para fazer o movimento de alimentação do papel. Note como é difícil.
- Continue a assistir o vídeo, para entender o subsistema de descanso do carro, que também serve para limpeza do cabeçote.

15. Desmonte a fita *encoder* (vídeo 19:57).

- Note a fixação para mantê-la tensionada.

16. Retire a presilha que retém o eixo metálico.

- Note a dupla função: retenção do eixo e aterramento.
- Por que é preciso aterramento? Note que na base metálica há também um “L” que faz o aterramento do motor do subsistema de descanso do carro.

17. Retire o eixo.

- Note que as extremidades são distintas. Este eixo não gira, é um eixo-guia.

18. Retire a correia.

- Note que é o tensionador, que normalmente é necessário quando se usa correias.
- Cuidado para não perder o eixo de plástico!

19. Remova os *flat cables* do carro de impressão, desconectando-os da placa eletrônica.

- Cuidado para não quebrar a trava! Pode ser mais fácil destravar com a mão do que com a chave, como é mostrado no vídeo.

20. Remova os parafusos da parte frontal do carro, para ter acesso aos *flat cables*.

- Perceba como é feito o contato elétrico entre o *flat cable* e o cartucho de tinta.
- Retire os *flat cables* para ter acesso aos parafusos, para continuar a desmontagem.
- Remova a placa com o sensor ótico de posição do carro.
 - Possivelmente, você não conseguirá remover sem quebrar a trava. Mas tente!
 - Analise a complexidade das peças.
 - Estude o *datasheet* do sensor de posição H9720.
- Remonte o cabeçote. Note os pinos para alinhamento dos *flat cables*.

21. Não é necessário remover a placa lógica nem os sensores de papel e de tampa. Mas pode removê-los, se você quiser.

22. Remova o “antepasso de metal”, como é chamada no vídeo a chapa metálica com roletes.

- Note a complexidade da fixação dos roletes, com o efeito mola para manter o papel pressionado para a impressão.
- Perceba como é “sensoriado” o papel, notando que existe uma pequena saliência sob a peça com a alavanca do sensor.
- Note o contrapeso na peça com a alavanca com sensor de papel. Por que é preciso este contrapeso?

23. Solte a presilha branca.

- Não é um jeito estranho de prender o eixo?

24. Solte a mola.

25. Remova o reservatório de tinta.

26. Remova a peça com os roletes.

- Note como a “meia lua” de plástico engata na engrenagem metálica. Não parece frágil? Lembre da dificuldade que você teve para manter o “atuador” pressionado.

27. Acompanhe o vídeo até 34:52, para compreender o subsistema de descanso do carro.

28. Remova os 2 parafusos, para remover o subsistema de descanso do carro. Solte o motor e, em seguida, remova os outros 2 parafusos, para remover a fixação do motor. Analise o mecanismo de **cremalheira** (o que é isso?), movimentando-o manualmente.

- Que tipo de motor foi usado?
- Remonte o conjunto, fixando-o de volta à impressora.

29. Remonte a impressora. ATENÇÃO: anote o tempo que você vai levar! Não se trata de competição; é para você ter noção da dificuldade da montagem (DFA, *design for assembly*).