

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**DAVIDSON MARTINS RONCETTI
WESLEY RODRIGUES DA SILVEIRA**

**MECANISMOS DE UMA FECHADURA MECÂNICA DE
CÓDIGO DO TIPO PBL (PUSH BUTTON LOCK)**

**VITÓRIA – ES
ABRIL/2004**

**DAVIDSON MARTINS RONCETI
WESLEY RODRIGUES DA SILVEIRA**

**MECANISMOS DE UMA FECHADURA MECÂNICA DE
CÓDIGO DO TIPO PBL (PUSH BUTTON LOCK)**

Projeto de Graduação dos alunos Davidson Martins Ronceti e Wesley Rodrigues da Silveira, apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do diploma de Engenheiro Mecânico.
Orientador: Prof. Dr. Fernando C. Meira Menandro.

**VITÓRIA – ES
ABRIL/2004**

**DAVIDSON MARTINS RONCETI
WESLEY RODRIGUES DA SILVEIRA**

**MECANISMOS DE UMA FECHADURA MECÂNICA DE
CÓDIGO DO TIPO PBL (PUSH BUTTON LOCK)**

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof. Dr. Fernando C. Meira Menandro
Orientador**

**Título (Prof., Prof. MsC, Prof. Dr., Eng.)
e Nome completo
Examinador**

**Título (Prof., Prof. MsC, Prof. Dr., Eng.)
e Nome completo
Examinador**

Vitória - ES, _____ de _____ de _____.

Ao Professor Fernando Menandro pela grande ajuda na nossa conquista.

A todos os professores do curso de Engenharia Mecânica que nos ajudaram ao longo de todos esses anos.

Aos alunos do Curso de Engenharia Mecânica da UFES.

As nossas famílias que nos apoiaram neste momento importante de nossas vidas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fechadura mecânica de código do tipo PBL	10
Figura 2 - Mecanismos da fechadura	11
Figura 3 - Mecanismo de acionamento da lingüeta	12
Figura 4 - Mecanismo de destravamento da lingüeta	13
Figura 5 - Mecanismo de acionamento do sistema	14
Figura 6 - Posição Inicial	15
Figura 7 - Posição Final (chave sendo girada)	16
Figura 8 - Detalhe do batente (Posição inicial e posição final)	17
Figura 9 - Acionamento da manivela	17
Figura 10 - Posição intermediária (código incorreto)	18
Figura 11 - Sistema retornando à posição inicial	19
Figura 12 - Detalhe da mola de retrocesso	20
Figura 13 - Botões destravados e botões travados	21
Figura 14 - Botão RESET (deslocamento da placa de destravamento)	22
Figura 15 - Atuação da placa de destravamento	23
Figura 16 - Atuação da manivelas no posicionamento correto do eixo	24
Figura 17 - Atuação da manivelas com o posicionamento incorreto do eixo	25
Figura 18 - Fechadura Aberta	26
Figura 19 - Eixo e seus respectivos componentes	27
Figura 20 - Vista lateral do eixo com as manivelas na posição inicial	28
Figura 21 - Carcaça auxiliar dos botões	28
Figura 22 - Encaixe das placas de travamento e destravamento	29
Figura 23 - Guia de encaixe da carcaça auxiliar	30
Figura 24 - Eixo sendo retirado	31
Figura 25 - Manivelas sendo retiradas	32
Figura 26 - Posição de entrada das manivelas no eixo	33
Figura 27 - Eixo montado	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Relação entre o novo código e a posição da manivela no eixo	32
--	----

SUMÁRIO

RESUMO	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Vantagens de uma fechadura mecânica de código	9
1.2 Aplicações.....	10
2 MECANISMOS DA FECHADURA	11
2.1 Mecanismo de acionamento da lingueta.....	12
2.2 Mecanismo de destravamento da lingueta.....	13
2.3 Mecanismo de acionamento do sistema	14
3 FUNCIONAMENTO INTERNO DA FECHADURA	15
3.1 Fechadura travada (posição inicial)	15
3.2 Fechadura liberada (posição final)	16
3.3 Retrocesso do sistema à posição inicial	19
3.4 Botões.....	20
3.4.1 Travamento dos botões	20
3.4.2 Destravamento dos botões (RESET).....	21
3.5 Exemplos de funcionamento	23
3.5.1 Seqüência correta.....	24
3.5.2 Seqüência incorreta.....	25
4 MONTAGEM	26
4.1 Eixo	27
4.2 Botões	28
4.3 Molas	30
5 TROCA DE CÓDIGO	31
6 FUNCIONAMENTO EXTERNO (MANUAL DE UTILIZAÇÃO)	35
7 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS – DESENHOS TÉCNICOS	38
ANEXO A – Mecanismo de acionamento da lingueta	
ANEXO B – Mecanismo de destravamento da lingueta	
ANEXO C – Mecanismo de acionamento do sistema	
ANEXO D – Carcaça	

RESUMO

O projeto de graduação tem como objetivo a elaboração dos mecanismos de uma fechadura mecânica de código, do tipo PBL (Push Button Lock), tornando-a mais uma opção para o controle de acesso nas mais diversas áreas.

Os mecanismos desenvolvidos no projeto são os seguintes: o de acionamento da lingüeta, o de travamento da lingüeta e o que aciona todo o sistema, sendo este composto por botões que servirão de interface com o usuário.

As fechaduras mecânicas de código já são utilizadas há mais de 35 anos nos Estados Unidos, sendo que no Brasil elas praticamente não são empregadas, apesar de sua grande versatilidade.

Além de desenvolver os mecanismos acima citados, este projeto tem como objetivo fazer que idéias novas possam ser desenvolvidas e posteriormente aplicadas, o que é uma das importantes atribuições de um engenheiro.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de utilização de chaves convencionais para operar fechaduras mecânicas comuns é uma boa solução, quando o número de locais é muito reduzido e o número de utilizadores relativamente pequeno e de pouca rotação.

A utilização de uma chave convencional para abertura e fecho de acessos sejam eles armários, arquivos metálicos ou portas, torna-se crítica à medida que o número de utilizadores aumenta. A probabilidade, no tempo, de perda ou cópia não autorizada, aumenta com o número de utilizadores. A solução é, invariavelmente, a substituição regular da fechadura e das chaves. Ou seja, nos sistemas convencionais, a perda da chave põe em causa a fechadura.

Quando o número de fechaduras a operar aumenta, a operacionalidade com o transporte de múltiplas chaves e a sua multiplicação pelos utilizadores, torna-se complicada. Frequentemente, se utilizam fechaduras iguais para garantir a operação com a mesma chave.

Operacionalmente justificável, é um erro grave em termos de segurança. Obtenha-se uma chave e comandam-se todos os acessos.

A solução para estes problemas passa pela utilização de chaves codificadas (eletrônicas) ou fechaduras programáveis, sejam elas eletrônicas ou mecânicas.

1.1 VANTAGENS DE UMA FECHADURA MECÂNICA DE CÓDIGO

Por não possuírem parte eletrônica, as fechaduras mecânicas de código (figura 1) eliminam qualquer preocupação com duração de pilhas ou falhas elétricas, sendo perfeitas para resolver o problema de gerenciamento de emissão e controle de chaves.

Possibilita controlar áreas onde restringir o acesso é fundamental. Além disso, ela se caracteriza por ser uma fechadura robusta, durável, resistente e com um baixo custo de manutenção.

1.2 APLICAÇÕES

Esse tipo de fechadura é muito flexível no que se refere a suas aplicações, podendo ser adaptada para utilizações em portas, arquivos metálicos e em armários de universidades, hospitais e farmácias visando limitar o acesso a produtos ou equipamentos controlados.

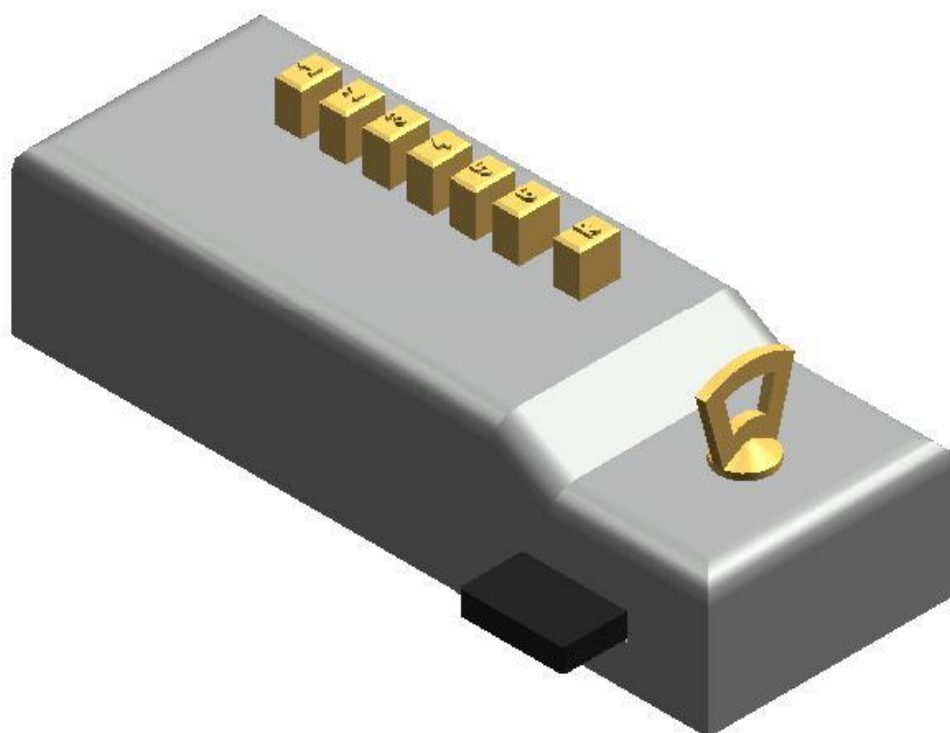


Figura 1 – Fechadura mecânica de código do tipo PBL.

2 MECANISMOS DA FECHADURA

A fechadura desenvolvida por este projeto será composta basicamente por três mecanismos principais, que funcionarão sob um regime de dependência entre si, a fim de que se atinja o objetivo final: travar ou destravar o sistema. Estes mecanismos estão dispostos na fechadura conforme a figura 2, abaixo.

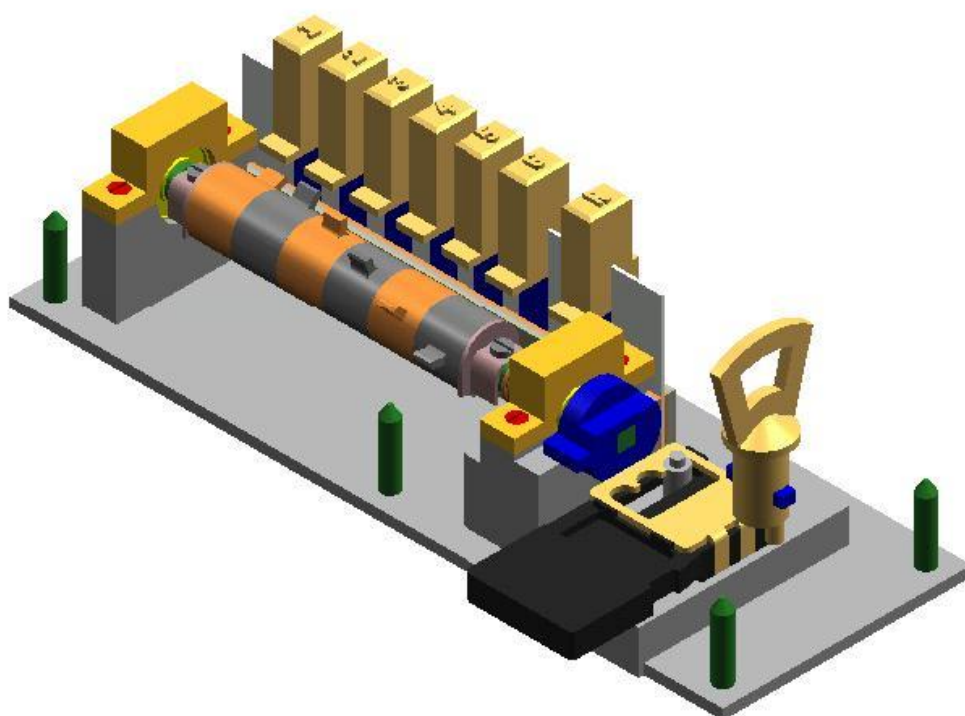


Figura 2 – Mecanismos da fechadura.

2.1 MECANISMO DE ACIONAMENTO DA LINGÜETA

A lingüeta será acionada por um sub-mecanismo composto pela chave, que estará fixa na fechadura e uma placa dentada, movida por esta chave, como visto na figura 3 abaixo.

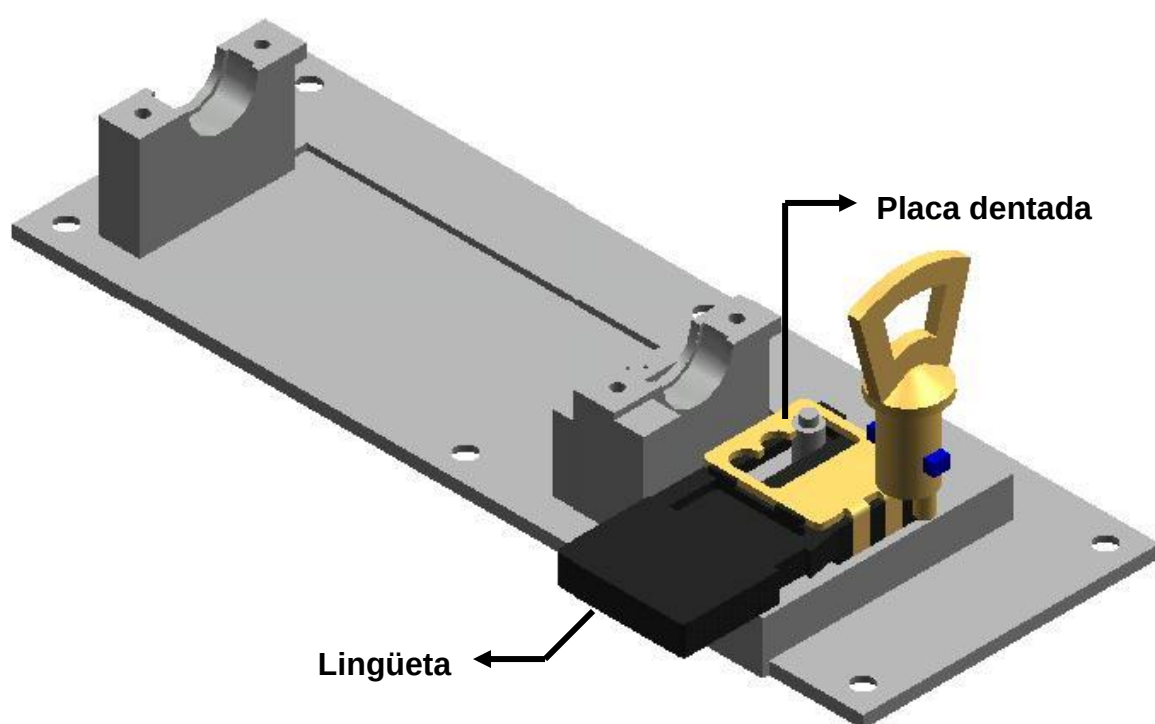


Figura 3 – Mecanismo de acionamento da lingüeta.

2.2 MECANISMO DE DESTRAVAMENTO DA LINGÜETA

Esse mecanismo será composto por um eixo onde serão encaixadas manivelas. Estas serão as responsáveis pelo posicionamento correto do batente, a fim de que o mecanismo de acionamento da lingüeta seja liberado.

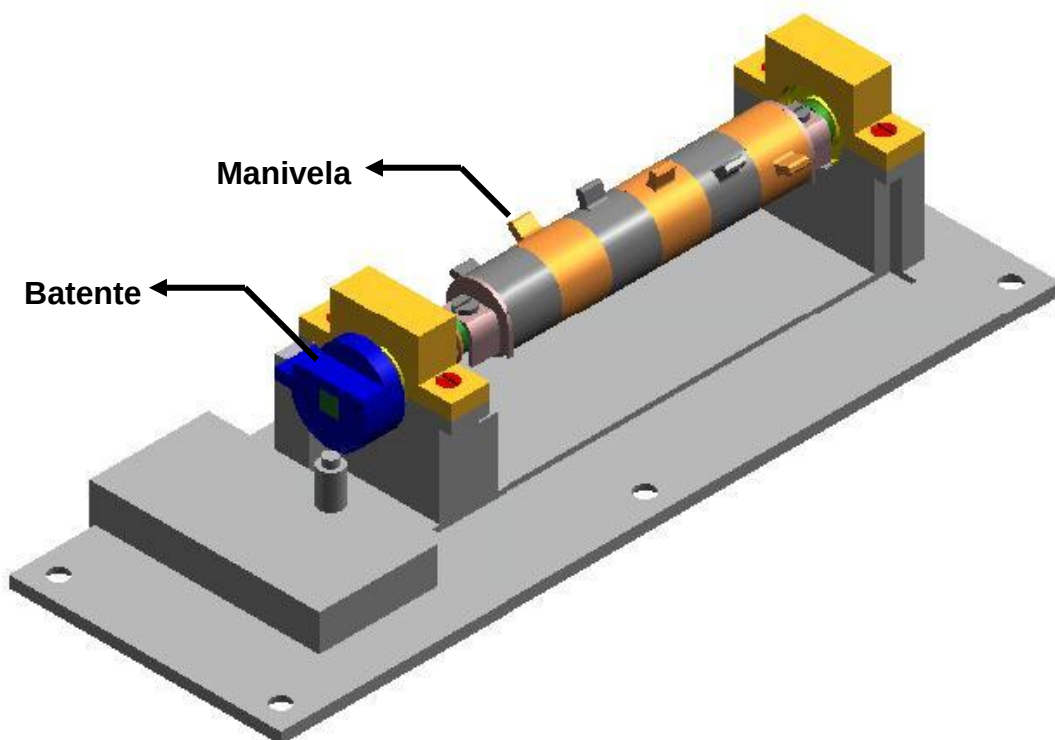


Figura 4 – Mecanismo de destravamento da lingüeta.

2.3 MECANISMO DE ACIONAMENTO DO SISTEMA

Esse mecanismo será composto por botões que servirão de interface com o usuário e que terão que ser pressionados na sequência correta (código), para que o batente do mecanismo de destravamento da lingüeta seja perfeitamente posicionado.

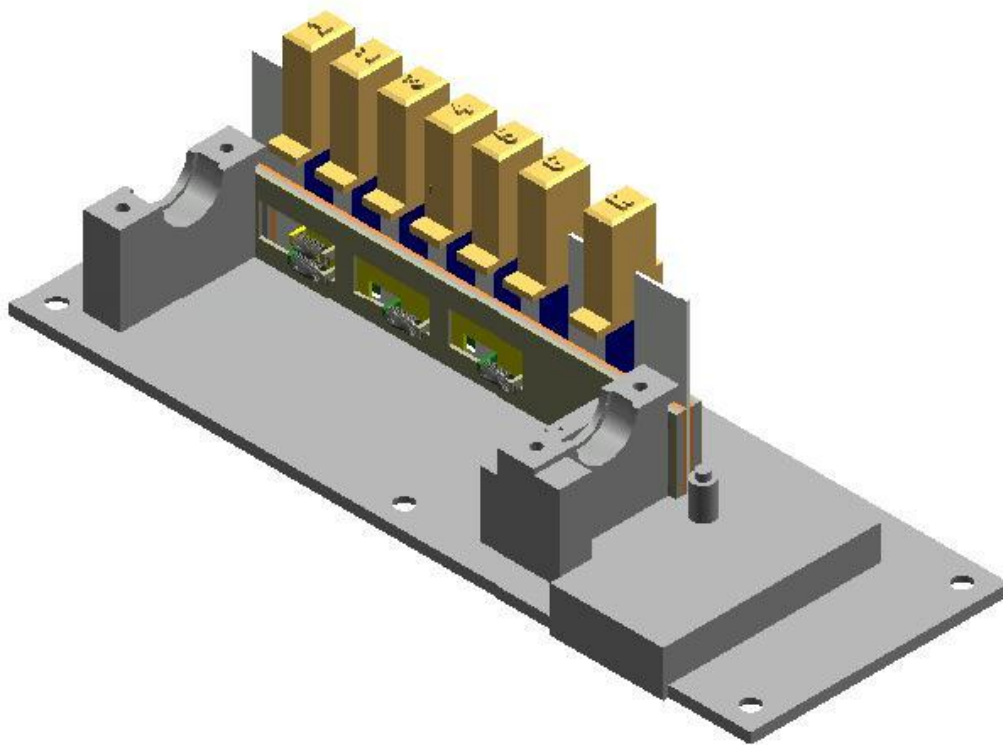


Figura 5 – Mecanismo de acionamento do sistema.

3 FUNCIONAMENTO INTERNO DA FECHADURA

Os mecanismos descritos anteriormente e que compõe a fechadura possuem basicamente três posições: a inicial em que o usuário ainda não entrou com o código; a final, quando o usuário insere o código na sequência correta; e a intermediária, quando os botões forem pressionados na sequência incorreta.

3.1 FECHADURA TRAVADA (POSIÇÃO INICIAL)

Com os mecanismos na posição inicial, ou seja, com a fechadura travada, o usuário não conseguirá girar a chave e conseqüentemente não conseguirá movimentar a lingüeta. Isso acontece porque o batente impede o movimento da placa dentada, já que o movimento desta é perpendicular ao movimento da lingüeta.

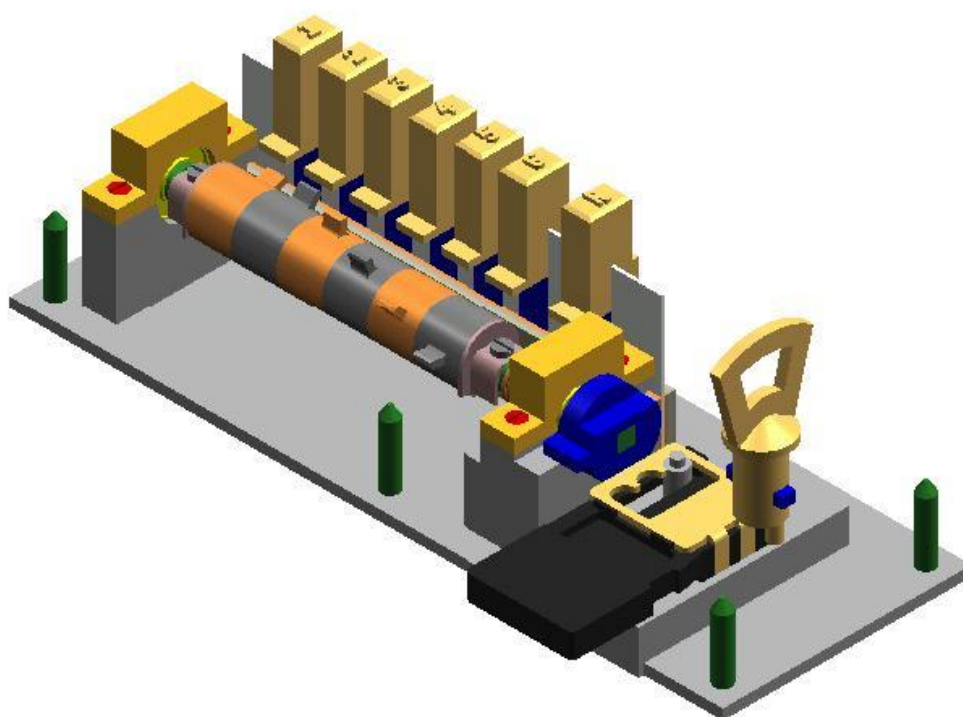


Figura 6 – Posição Inicial.

3.2 FECHADURA LIBERADA (POSIÇÃO FINAL)

A partir do momento em que os mecanismos estiverem na posição final, o batente não mais impedirá que a placa dentada se mova, fazendo com que o usuário possa girar livremente a chave, destravando a fechadura.

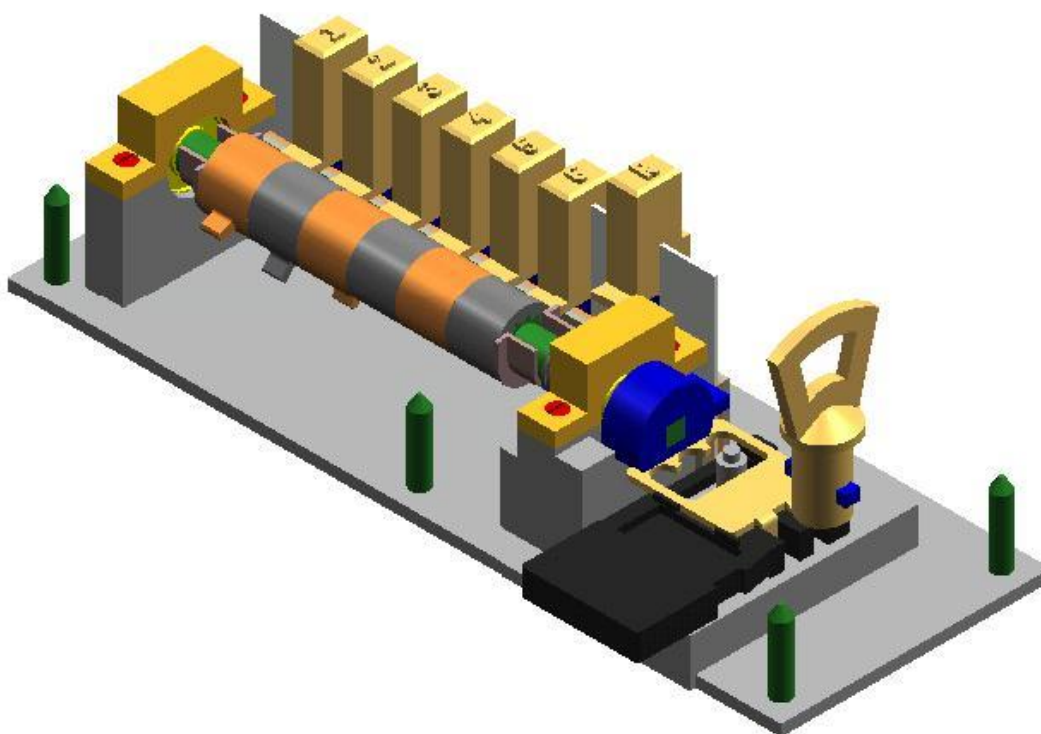


Figura 7 – Posição Final (chave sendo girada).

Isso acontecerá justamente pelo perfil do batente (figura 8), que possuirá um corte onde a placa dentada poderá entrar e sair, durante o movimento de giro da chave e do conseqüente movimento da lingüeta.

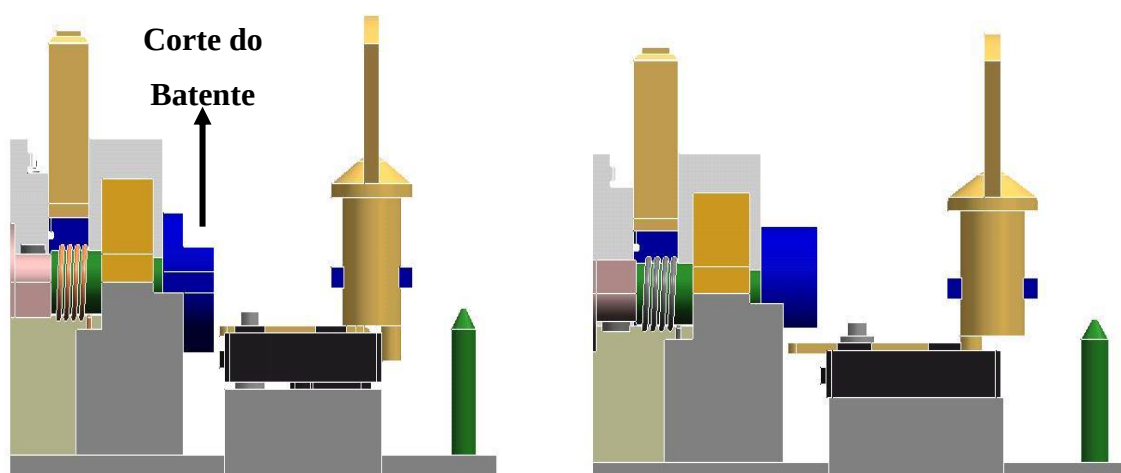


Figura 8 – Detalhe do batente (Posição inicial e posição final).

Para que os mecanismos saiam da posição inicial para a posição final, será necessário que o eixo gire exatos 180° . Isso só será possível com o usuário pressionando a seqüência correta do código.

Cada botão, pressionado na seqüência correta, será responsável pelo deslocamento de exatos 30° da manivela. Como a fechadura será composta por 06 botões e 06 manivelas, a partir do momento em que o usuário entrar corretamente com o código, o eixo vai girar os 180° necessários para colocar o batente na posição exata (posição final), a fim de que o mecanismo de acionamento da lingüeta seja liberado.

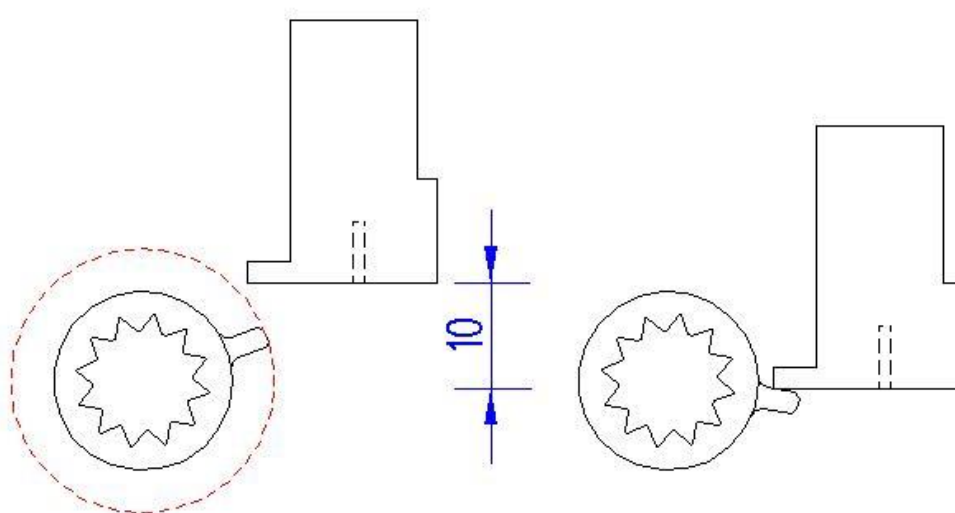


Figura 9 – Acionamento da manivela.

A distância linear percorrida pelo botão (10 mm), mostrado na figura acima, corresponderá exatamente à distância necessária de 30° a ser percorrida por cada manivela.

É importante destacar que somente com o giro de 180° do eixo, e conseqüentemente do batente, o mecanismo de acionamento da lingüeta estará liberado. Ou seja, qualquer posição intermediária entre a inicial e a final, não permitirá o destravamento da fechadura (a chave não vai girar).

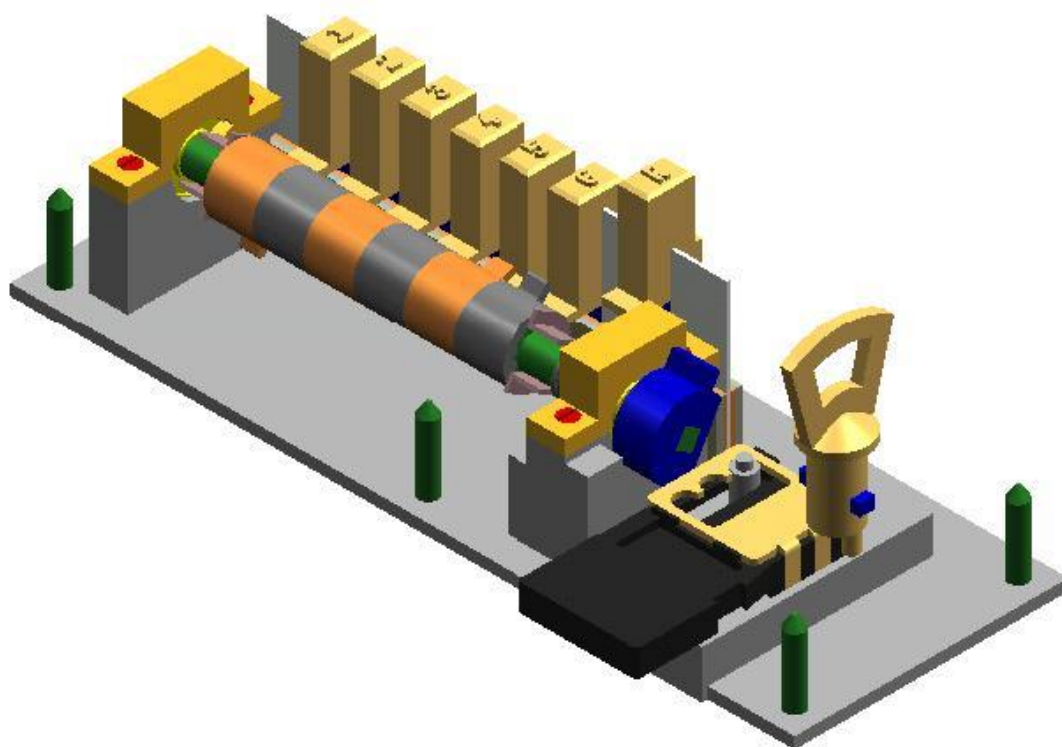


Figura 10 – Posição intermediária (código incorreto).

3.3 RETROCESSO DO SISTEMA À POSIÇÃO INICIAL

A partir do momento em que os botões forem pressionados, seja na ordem correta ou na ordem incorreta, torna-se necessário retornar todo o sistema para a posição inicial, seja para trancar novamente a fechadura, seja para entrar novamente com o código.

Isso será feito através de um botão denominado RESET que destravará os demais botões, fazendo com que a mola de retrocesso (figura 12) aja no mecanismo de destravamento da lingüeta e o eixo retorne à sua posição inicial. Essa posição será garantida através do batente e da carcaça, que por suas formas impedirão que o eixo, mesmo sob a atuação da mola de retrocesso, ultrapasse o limite da posição inicial.

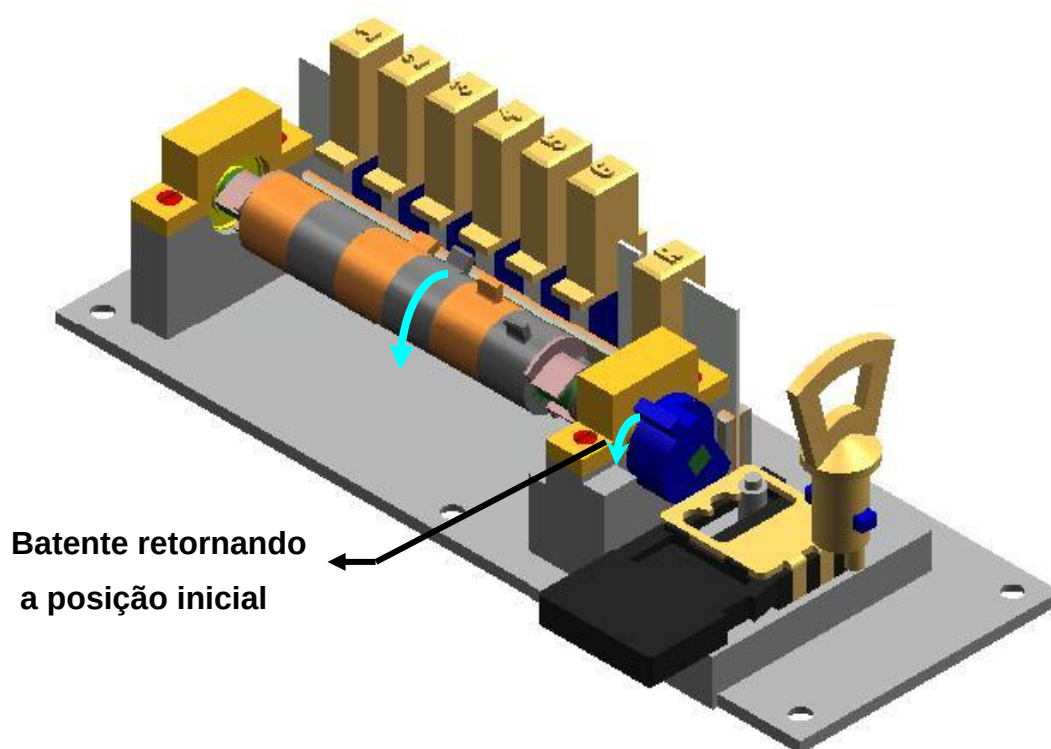


Figura 11 – Sistema retornando à posição inicial.

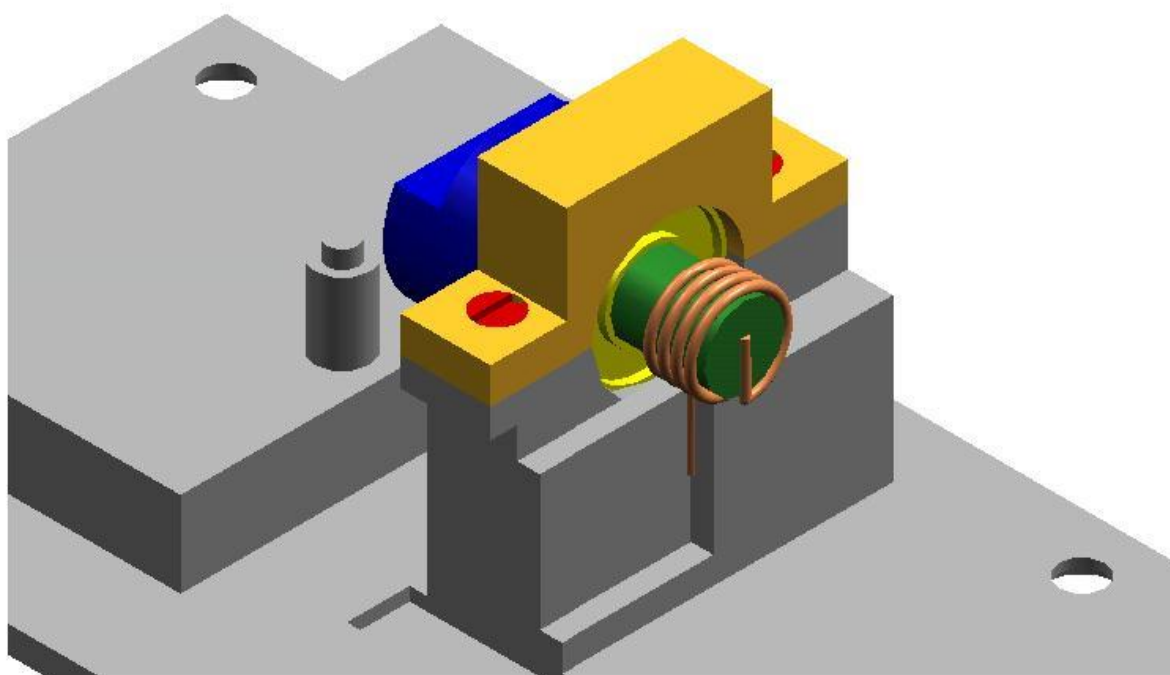


Figura 12 – Detalhe da mola de retrocesso.

3.4 BOTÕES

A fechadura será composta por 06 botões que terão que ser pressionados na ordem correta, proporcionando a programação de 720 códigos diferentes. Além desses botões que terão como função o acionamento das manivelas, a fechadura contará também, como já foi dito, com um botão denominado RESET.

3.4.1 Travamento dos botões

Os botões ao serem pressionados terão que ficar travados. Isso será conseguido através do mecanismo mostrado na figura 13.

Duas forças, através de molas, atuarão nesse mecanismo. Uma no sentido de baixo para cima nos botões (F_b), e outra da direita para a esquerda nas placas de travamento (F_t).

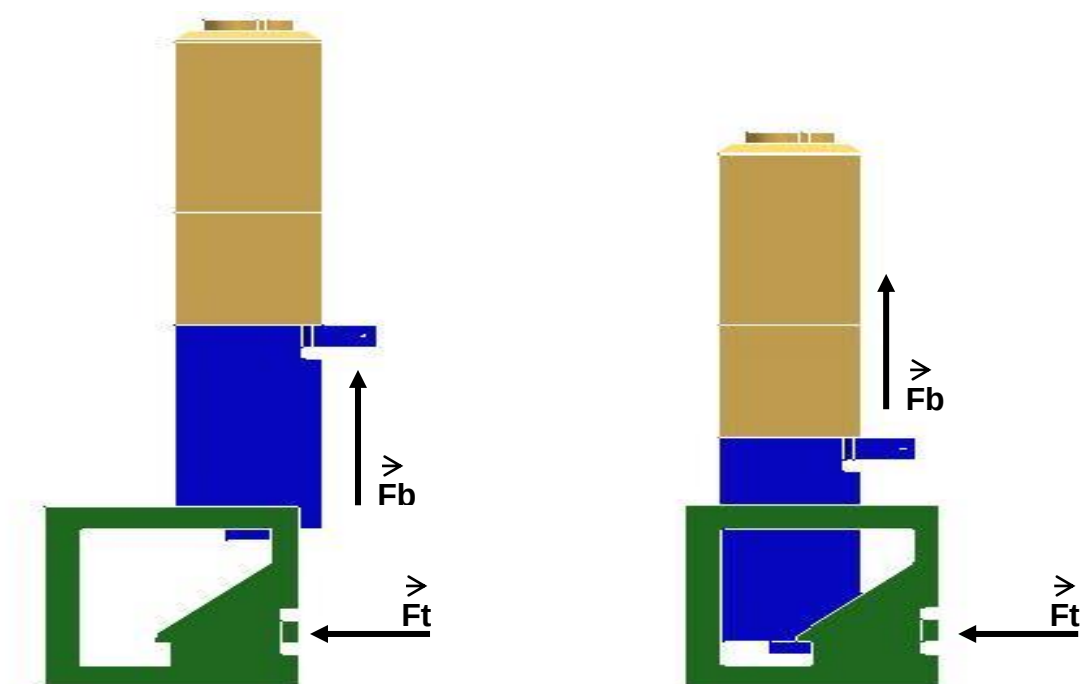


Figura 13 – Botões destravados e botões travados.

3.4.2 Destravamento dos botões (RESET)

A função do botão RESET é fazer que todos os botões retornem a posição inicial. Isso será feito através de um mecanismo que ao ser acionado pelo usuário, deslocará a placa de destravamento.

Também nesse mecanismo, duas forças atuarão através de molas. Uma no sentido de baixo para cima no botão RESET (F_r), e outra no sentido da direita para a esquerda nas placas de destravamento (F_d).

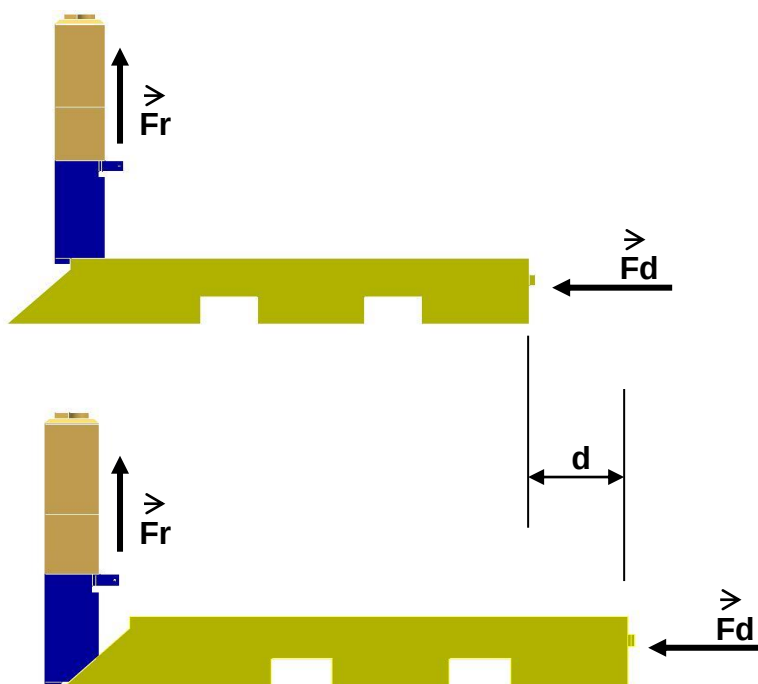


Figura 14 – Botão RESET (deslocamento da placa de destravamento).

O deslocamento d (mostrado na figura 14) será necessário para que, ao se deslocar da esquerda para direita, a placa de destravamento empurre as placas de travamento, fazendo com que os botões sejam liberados e retornem a posição inicial pela ação das molas.

É importante destacar que o botão RESET, ao contrário dos outros, não ficará travado ao ser pressionado pelo usuário.

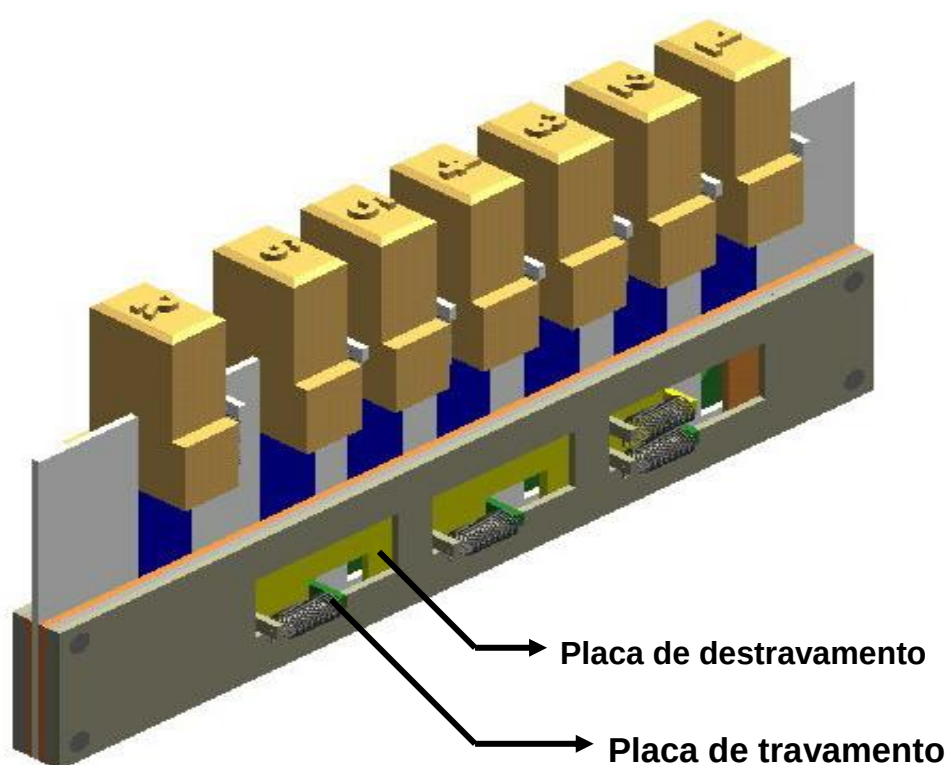


Figura 15 – Atuação da placa de destravamento.

3.5 EXEMPLOS DE FUNCIONAMENTO

A seguir serão mostrados dois exemplos de como as manivelas atuarão para posicionar ou não, o batente na posição correta. No primeiro, o usuário entrará com o código correto, e no segundo com o código incorreto.

Será considerada, em ambos os casos, que a sequência correta é: 1 2 3 4 5 6

3.5.1 Seqüência correta

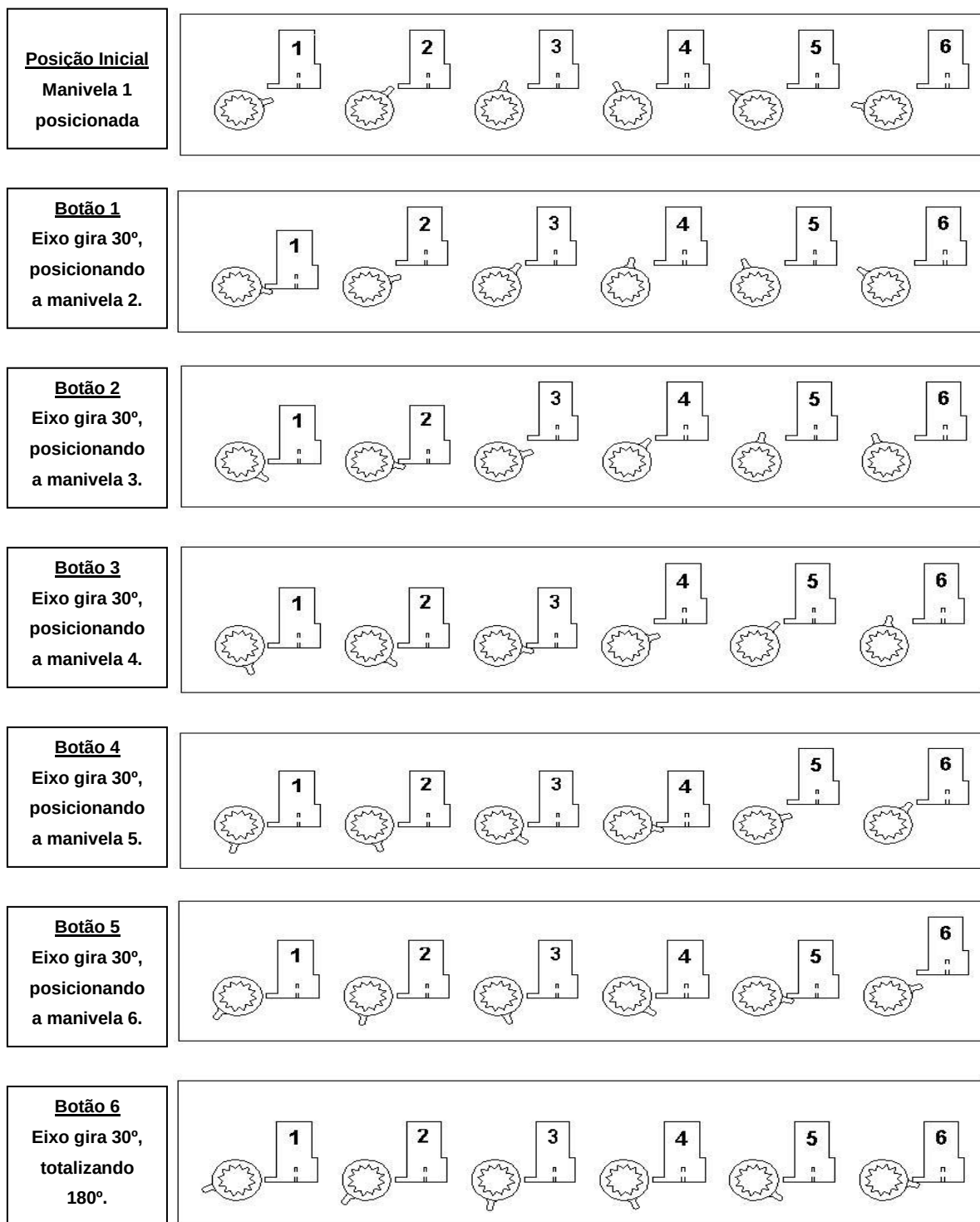


Figura 16 – Atuação da manivelas no posicionamento correto do eixo.

Assim, ao totalizar os 180°, o usuário estará destravando a fechadura através do posicionamento correto do batente (figura 7).

3.5.2 Seqüência incorreta

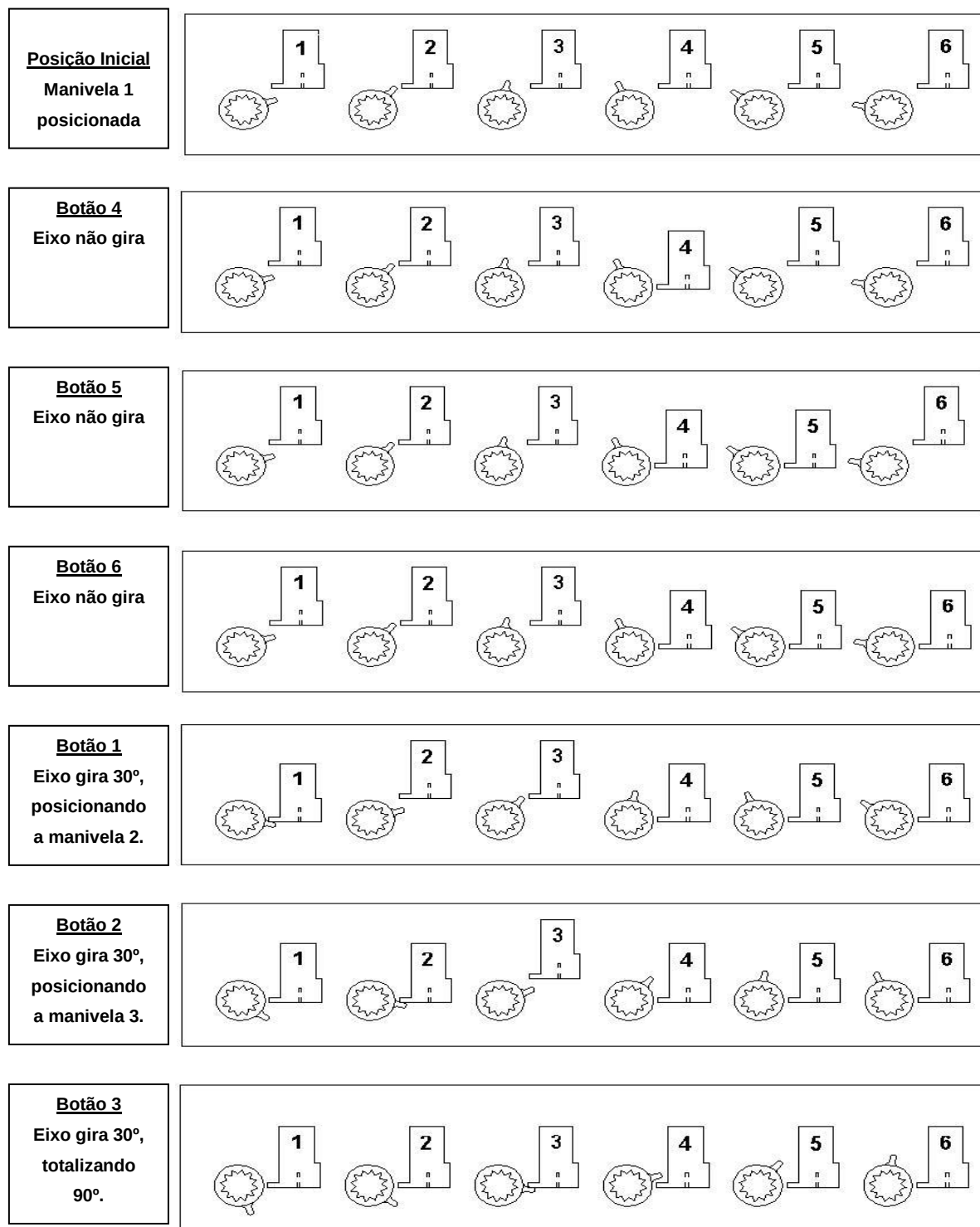


Figura 17 – Atuação da manivelas com o posicionamento incorreto do eixo.

Neste caso, ao totalizar somente 90°, o usuário não estará destravando a fechadura, visto que o batente não será posicionado corretamente (figura 10).

4 MONTAGEM

A fechadura será toda montada na base de uma carcaça. A seguir serão mostrados alguns detalhes de como será feita a montagem, bem como o porquê da geometria de alguns componentes da fechadura.

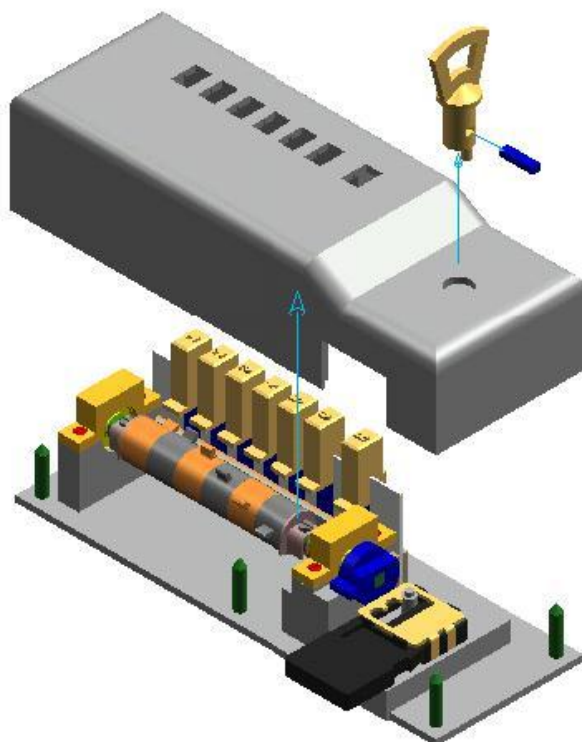


Figura 18 – Fechadura Aberta.

Observação: Os desenhos técnicos de todos os componentes da fechadura estão nos anexos A, B, C e D.

4.1 EIXO

O eixo é um dos elementos que compõe o mecanismo de destravamento da lingüeta e possuirá basicamente três seções importantes, como mostra a figura abaixo.

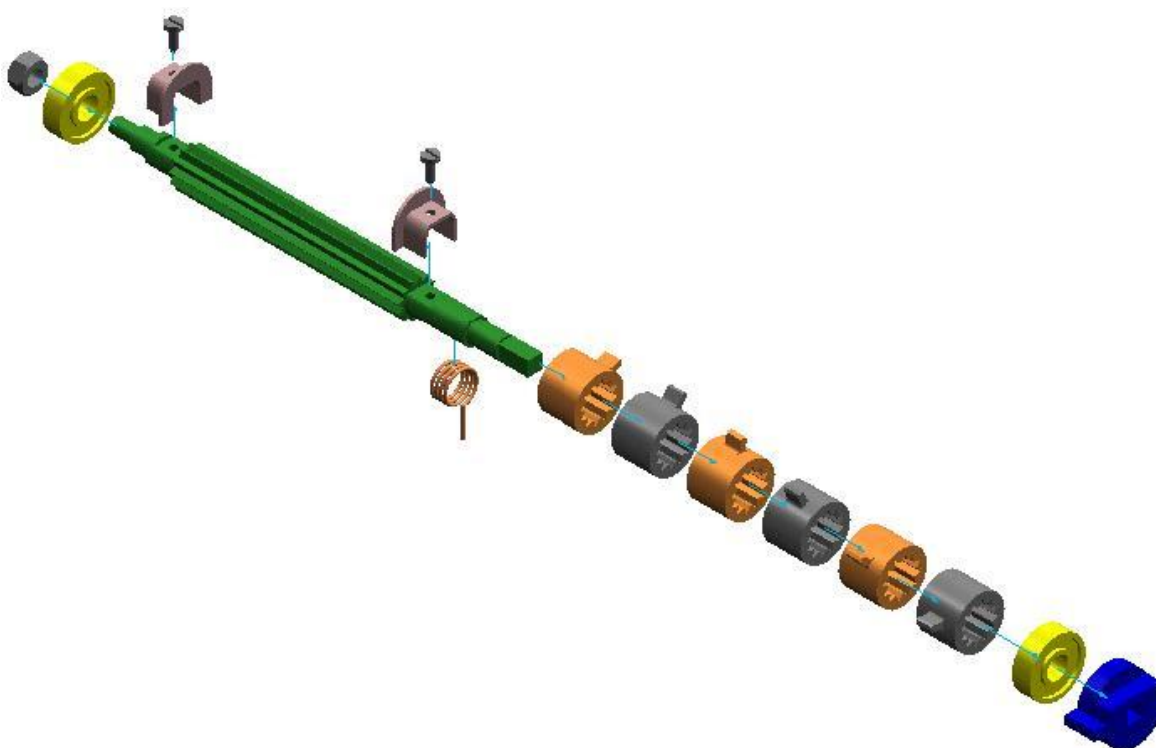


Figura 19 – Eixo e seus respectivos componentes.

A primeira apresenta um perfil quadrado, fazendo com que o batente tenha ao ser colocado, um alinhamento ideal com as manivelas. Isto seria muito difícil de ser alcançado se o perfil do eixo nesta seção fosse circular.

A segunda é um perfil circular onde serão colocados pequenos rolamentos para que a rotação do eixo seja o mais suave possível, visto que uma grande preocupação é a de que o usuário não perceba ao pressionar o botão, se está ou não, acertando o código.

A terceira seção possui ranhuras que terão a importante função de facilitar o posicionamento correto das manivelas, uma com relação às outras, na seqüência correta do código. Essas distâncias terão que ser de exatos 30°.

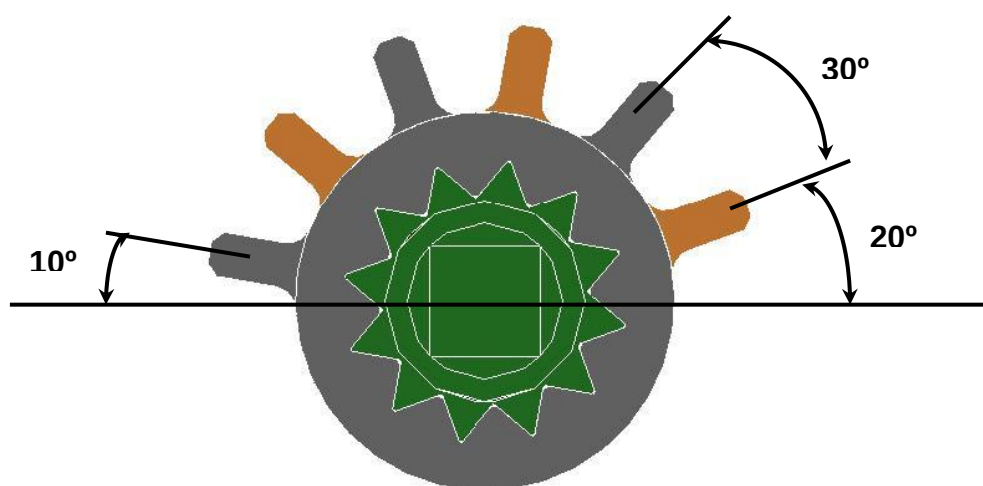


Figura 20 – Vista lateral do eixo com as manivelas na posição inicial.

4.2 BOTÕES

Os botões, que compõem o mecanismo de acionamento do sistema, serão montados em uma carcaça auxiliar que posteriormente, será encaixada na carcaça principal da fechadura.

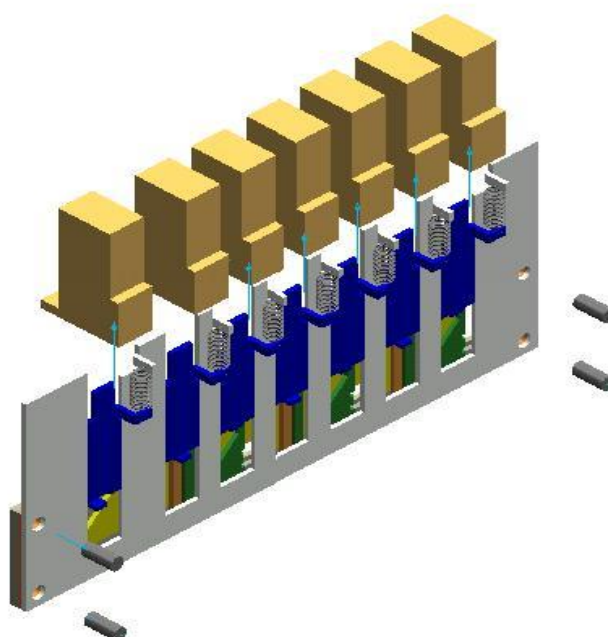


Figura 21 – Carcaça auxiliar dos botões.

As placas de travamento e de destravamento e suas respectivas molas, também serão encaixadas nessa carcaça auxiliar de acordo com a figura abaixo.

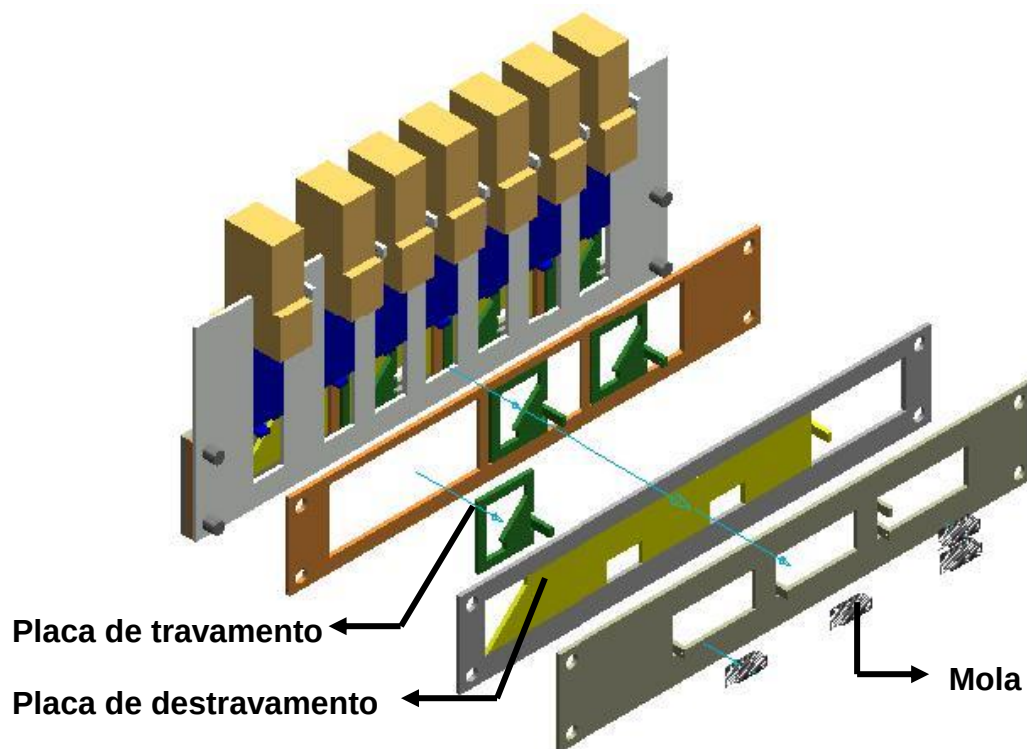


Figura 22 – Encaixe das placas de travamento e destravamento.

É importante destacar que o sistema mostrado acima será simétrico em relação a carcaça auxiliar, ou seja, do outro lado também estarão presentes três placas de travamento e uma placa de destravamento com suas respectivas molas.

Depois de montada, a carcaça auxiliar será encaixada através de uma guia na carcaça principal. Isso fará que os botões fiquem no alinhamento exato para o acionamento das manivelas.

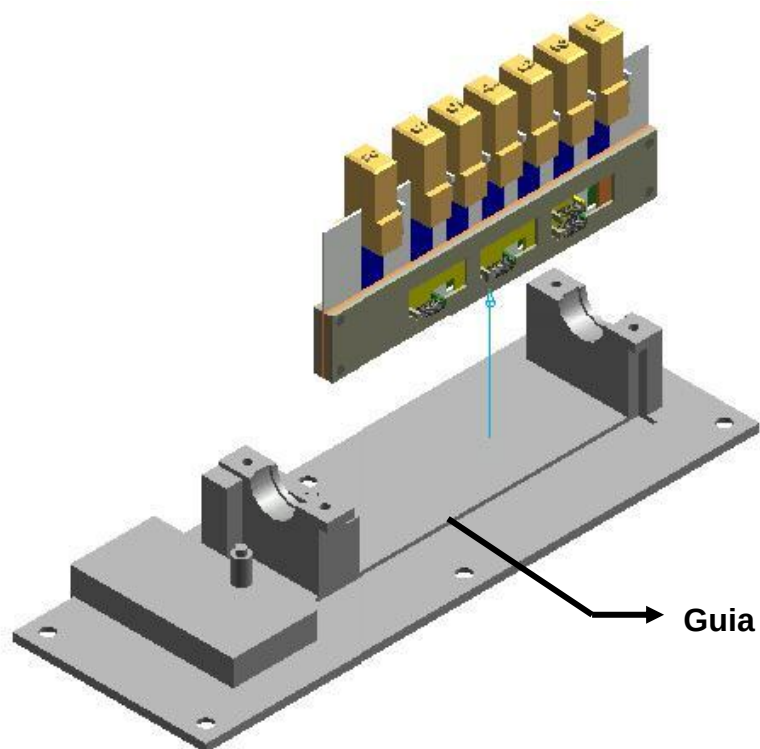


Figura 23 – Guia de encaixe da carcaça auxiliar.

4.3 MOLAS

É importante fazer algumas observações com a relação a algumas molas que comporão a fechadura:

1. A mola de retrocesso deve ter somente a força necessária para fazer que o eixo retorne a posição inicial.
2. Já as molas que compõe os botões devem ter força necessária para deixar o botão suficientemente “duro”, fazendo que o usuário não perceba se está ou não acertando o código.

5 TROCA DE CÓDIGO

A possibilidade de trocar o código será talvez a mais importante característica da fechadura, pois a probabilidade de que o código seja descoberto por pessoas desautorizadas aumenta com o tempo de utilização.

A seguir serão descritos os passos necessários para que o código da fechadura seja modificado. Supondo que o novo código desejado seja: 3 5 2 6 4 1.

Os passos são os seguintes:

1. Abrir a carcaça (figura 18).
2. Retirar o eixo.

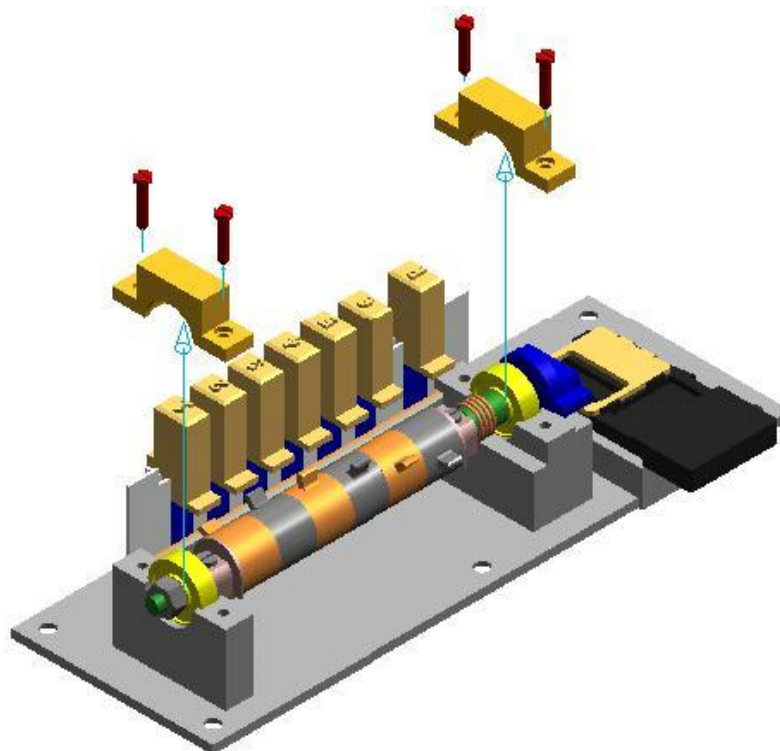


Figura 24 – Eixo sendo retirado.

3. Retirar as manivelas de acordo com a figura abaixo.

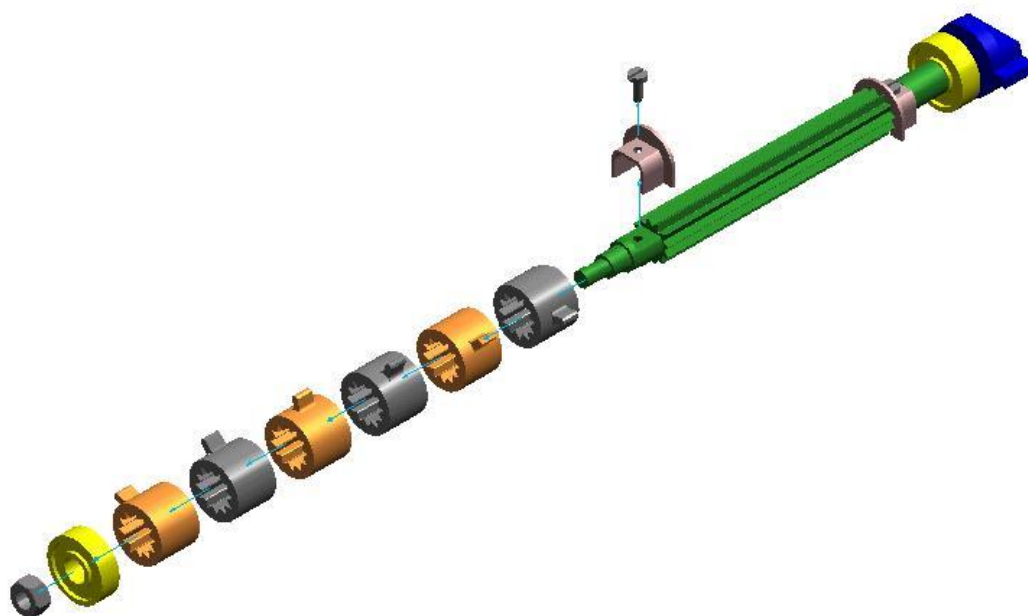


Figura 25 – Manivelas sendo retiradas.

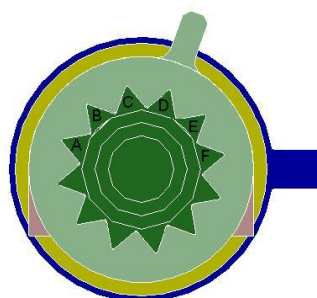
4. Inserir o novo código na tabela abaixo.

Posição	A	B	C	D	E	F
Código	3	5	2	6	4	1

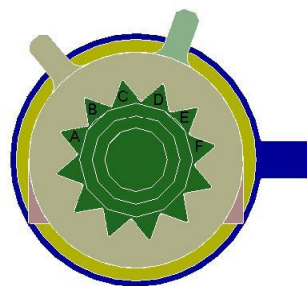
Tabela 1 – Relação entre o novo código e a posição da manivela no eixo.

5. Reposicionar as manivelas de acordo com a tabela 1, obedecendo a seguinte seqüência: 6 5 4 3 2 1. Assim, a ordem de entrada das manivelas no eixo, de acordo com as posições, será: D B E A C F.

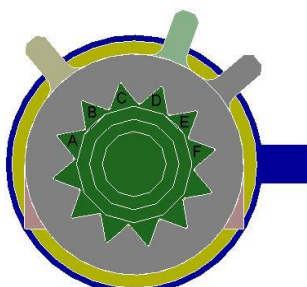
1º manivela a entrar:
Manivela na posição
D.



2ª manivela a entrar:
Manivela na posição
B.



3ª manivela a entrar:
Manivela na posição
E.



4ª manivela a entrar:
Manivela na posição
A.



5ª manivela a entrar:
Manivela na posição
C.



6ª manivela a entrar:
Manivela na posição
F.

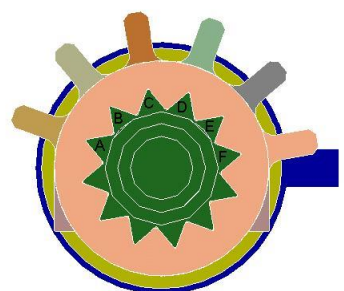


Figura 26 – Posição de entrada das manivelas no eixo.

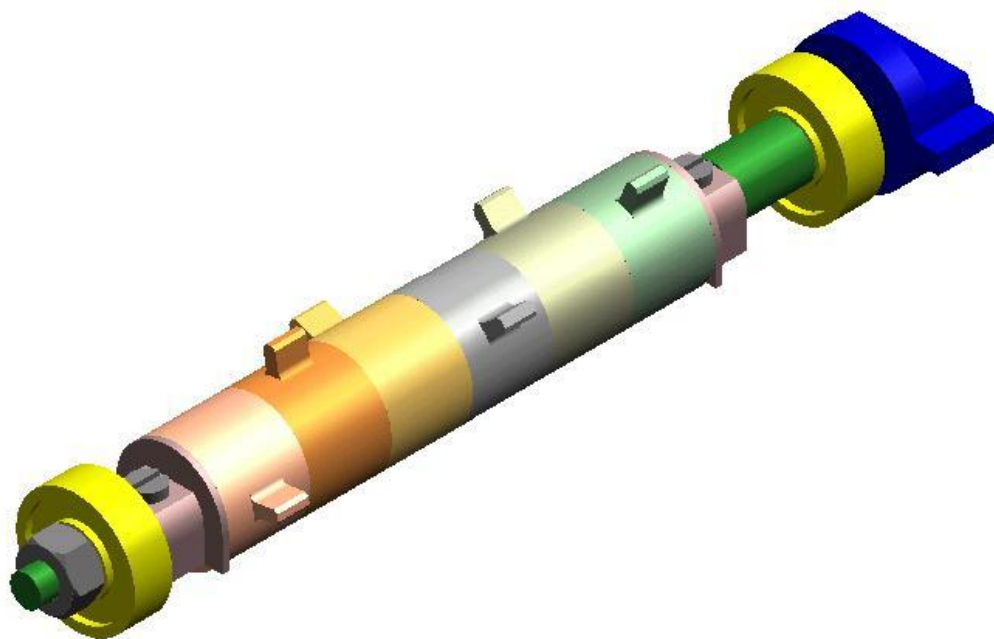


Figura 27– Eixo montado.

6. Agora, com o código trocado, basta montar novamente a fechadura.

6 FUNCIONAMENTO EXTERNO (MANUAL DE UTILIZAÇÃO)

Apesar de ser de fácil utilização, é necessário que se façam algumas observações com relação à utilização da fechadura.

1. Como já foi dito, a chave permanecerá fixa na fechadura, ou seja, o que impedirá o acesso será a possibilidade ou não de girá-la.
2. Essa possibilidade será conseguida, a partir do momento em que o usuário entre com o código correto.
3. Conseguido o acesso, os botões continuarão travados, ou seja, a chave ainda estará liberada para trancar e destrancar.
4. Para restringir novamente o acesso, é necessário trancar novamente a fechadura e depois pressionar o botão RESET. Dessa forma, os botões serão destravados e a chave ficará novamente bloqueada para a abertura.
5. Caso o botão RESET seja pressionado quando a fechadura ainda estiver aberta, será necessário entrar novamente com o código para depois trancá-la.
6. O botão RESET poderá ser pressionado a qualquer tempo, para que se repita o código de acesso.

7 CONCLUSÃO

Conseguimos chegar, com o desenvolvimento desse projeto, a uma fechadura que poderá ser bastante funcional para o controle de determinados acessos onde a segurança não é o fator principal, mas sim o fato de não se permitir que qualquer pessoa, acesse determinada área. Como por exemplo: salas de aula, armários, arquivos metálicos, entre outras.

Deixamos como sugestão, para a continuação desse projeto, a construção de um protótipo, podendo a partir daí ser aperfeiçoado alguns pontos falhos que só são percebíveis com a construção de um modelo real.

BIBLIOGRAFIA

- [1] PAIVA, Oswaldo. **Apostila de elementos de máquinas I: Critério de dimensionamento de eixos e elementos correlatos**. Agosto de 1995.
- [4] KABA DO BRASIL LTDA. Fechaduras Mecânicas de código do tipo PBL. Disponível: <http://www.kabadobrasil.com.br/>.
- [2] NORMA DIN 5481 – Perfis de cubos e eixos com dentes entalhados.
- [3] NSK. Catálogo da NSK rolamentos.
- [4] UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. Biblioteca Central. **Normalização e apresentação de trabalhos científicos e acadêmicos: guia para alunos, professores e pesquisadores da UFES**. 2. ed. Vitória, 1997.

ANEXOS

DESENHOS TÉCNICOS

ANEXO A

DESENHOS TÉCNICOS DO MECANISMO DE ACIONAMENTO DA LINGÜETA

ANEXO B

DESENHOS TÉCNICOS DO MECANISMO DE DESTRAVAMENTO DA LINGÜETA

ANEXO C

DESENHOS TÉCNICOS DO MECANISMO DE ACIONAMENTO DO SISTEMA

ANEXO D

DESENHOS TÉCNICOS DA CARÇAÇA