



SÃO PAULO

FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA
REVISTA BRASILEIRA DE MECATRÔNICA

CHAVEIRO INTELIGENTE

SMART KEYRING

Renato Franco de Melo, ^{1, i}

Nelson Wilson Paschoalinoto, ^{2, ii}

RESUMO

Este Chaveiro Inteligente foi criado para facilitar a localização, o monitoramento e a capacidade de ocupação de todas as salas e equipamentos que utilizam chaves para serem acessados durante o seu processo de uso dentro da empresa. Neste trabalho foi elaborado um protótipo funcional para simular o acionamento mecânico, a confecção de peças utilizando a tecnologia de impressão 3D, a programação de um software e a comunicação da placa do Arduino. Este protótipo demonstra a sistemática de empréstimo e devolução de uma chave requisitada pelo usuário, através da leitura do RFID do seu respectivo crachá ou chaveiro.

Palavras-chave: Claviculário. Controle de chaves. Monitoramento RFID.

ABSTRACT

This Smart Keychain was created to facilitate the location, monitoring and occupancy of all rooms and equipment that use keys to be accessed during the process of use within the company. In this work a functional prototype was elaborated to simulate the mechanical drive made by 3D printing, software programming and communication of the Arduino board. This prototype should demonstrate the systematic loan and return of a key requested by the user, by reading the RFID of his badge or key chain.

Keywords: Clavicle. Control of keys. RFID monitoring.

Data de submissão: 25/01/2018

Data de aprovação: 25/07/2018

1 INTRODUÇÃO

A organização em uma empresa é algo crucial para o ganho de tempo, produtividade e competitividade. Perde-se muito tempo tentando localizar as chaves, verificar os problemas encontrados nos ambientes e/ou equipamentos e ter as informações sobre a real capacidade de utilização dos mesmos.

¹ Engenheiro Mecânico - Docente Senai Regional São Paulo. E-mail: renatoeale@uol.com.br

² Mestre em Engenharia Mecânica - Docente da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: nelson.paschoalinoto@sp.senai.br

O escopo deste trabalho visa projetar um chaveiro inteligente que registra as chaves da empresa de uma forma sequencial, discriminando a aplicação das mesmas. Observa-se que esta metodologia permite saber quem são os responsáveis pelos ambientes / equipamentos, quem tem autorização para utilizá-los, qual o tempo de uso e ainda possibilita ter uma sistemática de avaliação/uso. Desta forma existe a possibilidade de identificar com quem está uma determinada chave, em qualquer hora do dia.

1.1 O Hardware

Para a criação de um hardware específico para o desenvolvimento deste projeto, foi escolhido o Arduino que é um hardware pronto de mercado e de simples programação.

O Arduino Mega 2560 é uma placa de microcontrolador baseada no ATmega2560 (datasheet). Ele possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset. Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador; basta conectar a um computador com um cabo USB ou a uma fonte de alimentação e já está pronto para começar [...] (MULTILÓGICA-SHOP, 2017).

A tecnologia de RFID (radio frequency identification - identificação por radiofrequência) nada mais é do que um termo genérico para as tecnologias que utilizam a frequência de rádio para captura de dados. Por isso existem diversos métodos de identificação, mas o mais comum é armazenar um número de série que identifique uma pessoa ou um objeto, ou outra informação em um microchip. Tal tecnologia permite a captura automática de dados para identificação de objetos com dispositivos eletrônicos conhecidos como etiquetas eletrônicas, tags, RF tags ou transponders, que emitem sinais de radiofrequência para leitores que captam estas informações. Ela existe desde a década de 40 e veio para complementar a tecnologia de código de barras, bastante difundida no mundo. (VIDADESILICIO, 2017).

1.2 Pesquisa de mercado

Durante o desenvolvimento da ideia do projeto foram pesquisados vários sites à procura de algum tipo de chaveiro eletrônico existente, porém foram encontrados apenas claviculários mecânicos. Nestes somente se guardam as chaves, com identificações manuais nas etiquetas dos respectivos suportes dentro do armário, como ilustrado na figura 1.

Figura 1 - Claviculário (produto similar do mercado)



Fonte: SUPRIMAX ([2017?])

O claviculário mais avançado encontrado é conhecido como “Controle de Chaves”. Este é importado pela empresa DISAFE Produtos de Segurança. O sistema é monitorado por meio de pinos que são identificados por números e por cores. O sistema de controle é visual e mecânico. Para retirar uma chave, deve-se introduzir o pino no painel, relacioná-lo e retirar a chave desejada. O pino do usuário fica retido no painel até a entrega da chave pelo usuário, como ilustrado na figura 2.

Figura 2 - Controle de Chaves (produto similar do mercado)



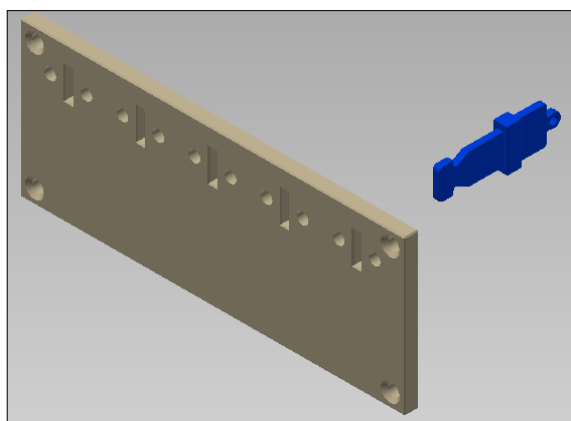
Fonte: DISAFE ([2017])

2 DESENVOLVIMENTO

Os Desenhos 2D e 3D dos componentes e dos conjuntos foram confeccionados com o auxílio do Software Inventor 2016 (Autodesk). Os estudos dos elementos finitos foram elaborados com o Software CATIA V5 R20 (Dassault Systemes).

A impressão 3D para o desenvolvimento foi aplicada nas peças PC 002 (Placa Guia da Chave) e PC 003 (Suporte da Chave) ilustradas na figura 3.

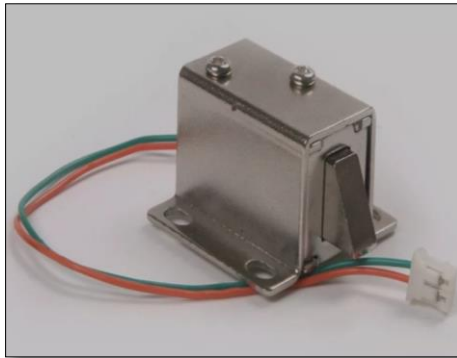
Figura 3 - PC 002 (Placa Guia da Chave) e PC 003 (Suporte da Chave)



Fonte: Elaborado pelo autor

O SC-06 (Subconjunto do Solenoide) é um componente de mercado que foi comprado e está ilustrado na figura 4.

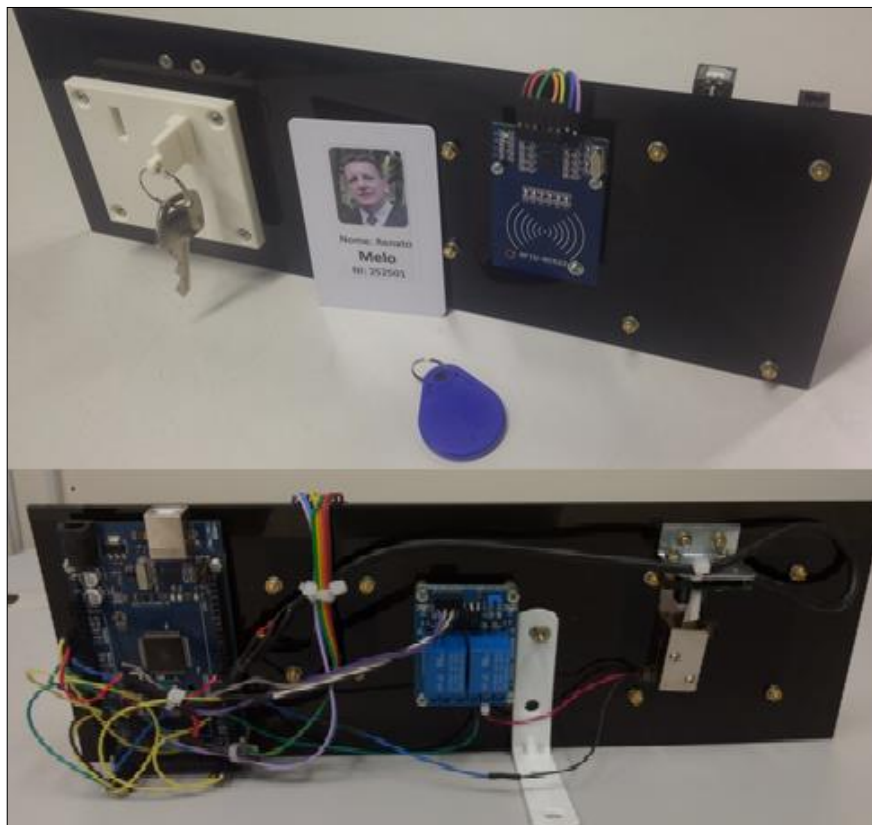
Figura 4 - SC 06 (Subconjunto do Solenoide)



Fonte: Mercado Livre [(2017)]

Foi elaborado um protótipo da parte mecânica dos acionamentos dos mecanismos do solenoide, utilizando a tecnologia de impressão 3D e o acionamento eletrônico, através das placas de comunicações do Arduino, conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Protótipo funcional (simulação de empréstimo da chave)



Fonte: Elaborado pelo autor

2.1 Software

O Software utilizado para a Interface e programação foi o MCD-WIN Versão 1.3.3. Este Software é uma plataforma programável que monitora a interface da parte eletrônica (entradas analógicas e digitais), acionando assim, os dispositivos mecânicos e armazenando

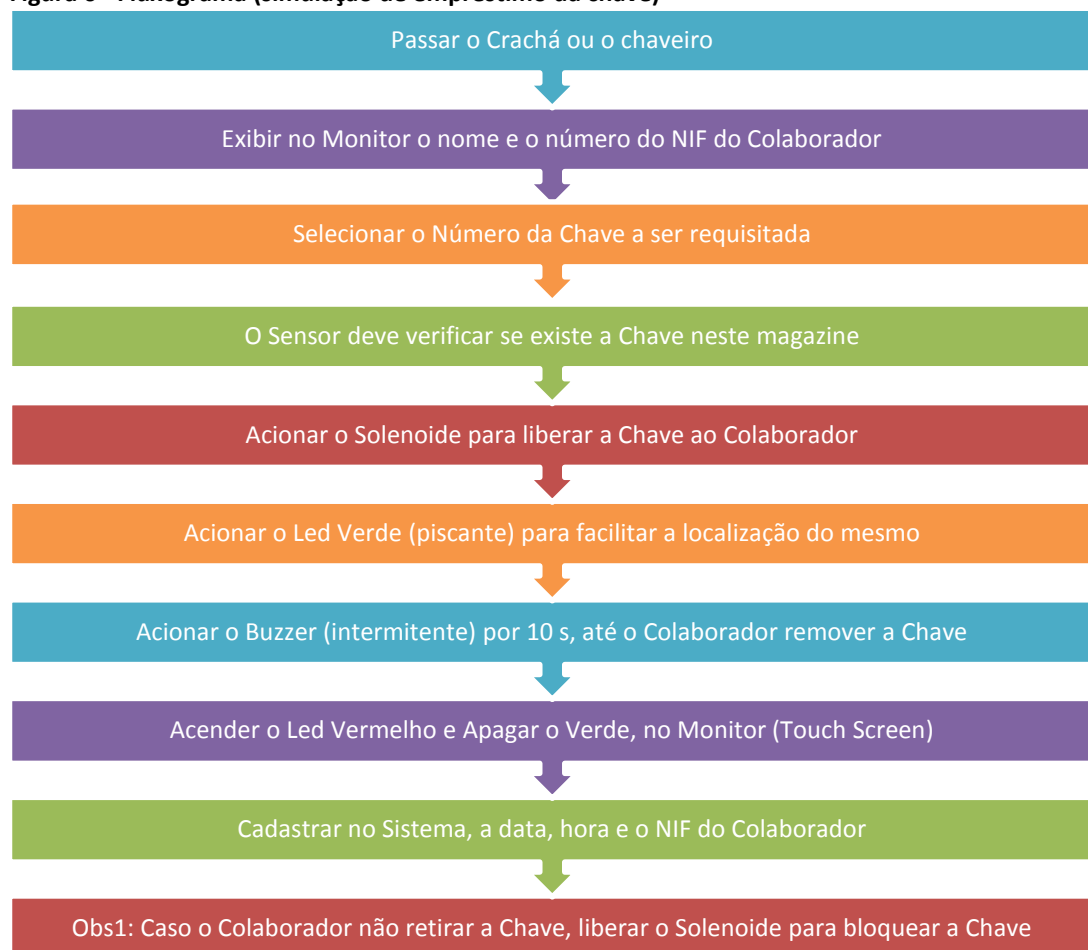
estas informações em um banco de dados. O software também identificará o usuário através de um leitor RFID, que poderá ser um cartão (crachá) ou um chaveiro.

2.2 Procedimento de funcionamento do Chaveiro Inteligente

A lógica para a requisição de uma chave funciona da seguinte maneira: o usuário deve selecionar na tela do software qual a chave a ser requisitada. Se a mesma estiver disponível, o local com o número da chave na tela do software deve estar verde ou caso contrário, deve estar vermelho, indicando assim que a chave já está em uso. Após a seleção do número da chave, o software envia uma mensagem na tela solicitando para o usuário passar o seu cartão no leitor RFID, executando assim a leitura do número do NIF do usuário. Após esta etapa, o software novamente envia uma mensagem solicitando para o usuário remover a chave e após a retirada do suporte da chave do Chaveiro, o local na tela do software com o número da chave fica vermelho, indicando que esta chave foi requisitada pelo usuário.

Quanto a parte eletrônica, um sensor indutivo detecta que o Suporte da Chave está no Chaveiro, indicando a presença e a disponibilidade da chave. Estas informações são capturadas pela Placa do Arduino e, o mesmo envia um comando via software para o solenoide prender e liberar a chave após a retirada da mesma, o sensor indutivo envia um sinal para o software, que o suporte da chave foi retirado do chaveiro, após receber este sinal a tela do software altera a cor do local para vermelho, conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Fluxograma (simulação de empréstimo da chave)



Fonte: Elaborado pelo autor

Após esta etapa, fica registrado no banco de dados o empréstimo desta chave para o usuário, com as seguintes informações: Número da Chave, NIF do Usuário, a data e a hora desta solicitação. Estes dados serão exportados para uma Planilha Excel, contendo macros que gerenciará todos os relatórios necessários para a gestão desta atividade.

Para a devolução da chave, basta realizar o processo inverso, onde o software identifica a devolução por meio do sensor indutivo, trava a chave através do acionamento do solenoide, altera o campo para verde na tela do software e dá baixa no NIF do usuário no banco de dados, indicando a disponibilidade da Chave no Chaveiro.

A Planilha Excel pode gerar vários relatórios para facilitar o gerenciamento das chaves, tais como: relatório de horas de uso, estatísticas de avaliações, monitoramento de usuários e entregas das chaves. Outros relatórios também poderão ser gerados em função da necessidade do cliente x informações do banco de dados.

A figura 7 demonstra a tela principal da Planilha Excel onde foram criadas macros para facilitar a interface gráfica para o usuário e na Tabela 1 um modelo de relatório de empréstimos das chaves.

Figura 7 - Menu Principal - Microsoft Excel



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 1 - Relatório do Empréstimo da Chave

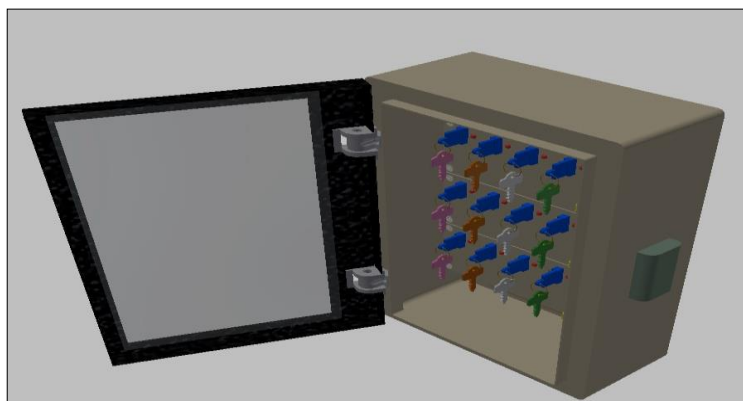
NOME DA EMPRESA		CHAVEIRO INTELIGENTE (MONITORAMENTO DO BANCO DE DADOS DE EMPRÉSTIMO)						
Número da Chave	Número Sala/Equipto.	Descrição do Ambiente e/ou Equipamento	Data	Horário Retirada	Horário Entrega	Total de Uso	Número NIF	Nome do Colaborador
032	S12	Sala de Reunião	25/ago/17	14:30	16:00	01:30	252.521	Renato Melo
016	AF-1256	Centro de Usinagem Romi	22/jun/17	02:00	08:00	06:00	103.200	Elcio Carlos Junior
003	S25	Sala de Aula (40 Lugares)	20/ago/17	09:12	11:00	01:48	103.455	Leonardo Vieira
001	S02	Biblioteca	12/jun/17	07:30	11:55	04:25	105.678	Fábio de Castro
042	S02	Armário para guardar Mochilas	15/jul/17	13:23	17:00	03:37	105.679	Fabiana Terassoto
026	S44	Sala de Reunião	20/jul/17	13:00	13:15	00:15	105.800	Issao Kokite
027	S45	Copa	16/jun/17	13:00	16:48	03:48	105.810	Maria de Matos
028	S46	Auditório	30/jun/17	13:48	18:05	04:17	105.820	João Mariano Souza
002	AF-1256	Centro de Usinagem Romi	23/jun/17	00:48	17:08	16:20	103.200	Elcio Carlos Junior
027	S45	Copa	01/jul/17	12:01	16:03	04:02	105.679	Fabiana Terassoto

Fonte: Elaborado pelo autor

2.3 A estrutura do projeto

O produto foi projetado utilizando um armário de chapa de aço 1008/1010 com espessura de 1,5 mm, na dimensão de 300 mm (altura), 200 (largura) e 150 mm (profundidade) e com a capacidade de armazenamento de 15 chaves, conforme ilustrado na figura 8.

Figura 8 - Projeto da Estrutura do Chaveiro Inteligente

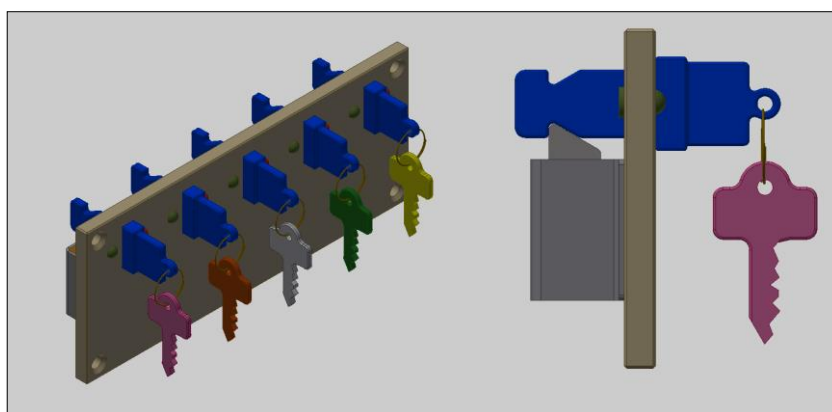


Fonte: Elaborado pelo autor

2.4 O mecanismo de acionamento do projeto

O mecanismo é acionado por um solenoide de 12 V. O suporte da chave foi confeccionado de material plástico - ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) e o monitoramento é executado pelo software MCD-WIN que gerencia toda a sistemática de liberação e devolução das chaves das salas/equipamentos da empresa. A figura 9 demonstra o subconjunto da placa de acionamento.

Figura 9 - SC 019 (Subconjunto da Placa de Acionamento)



Fonte: Elaborado pelo autor

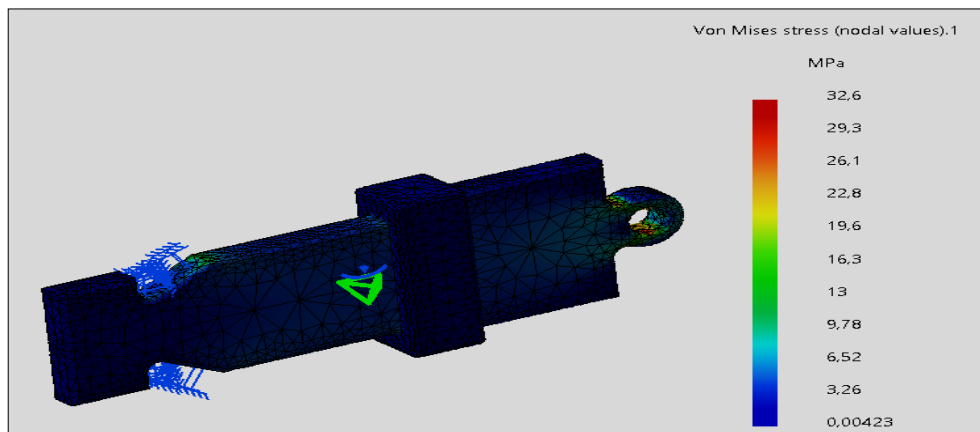
Para o funcionamento deste sistema, deve ser utilizado um computador, com a seguinte configuração (mínima): Core I3, 2 Gb de memória e um HD de 500 Gb. O computador não acompanha o produto (chaveiro inteligente). A aquisição do mesmo ficará por conta do cliente.

2.5 Simulação de elementos finitos

Foi realizada uma análise estática por meio de elementos finitos no Suporte da Chave (material ABS - Resistência à Tração no Escoamento: 36 MPa). Utilizou-se uma malha tetraédrica parabólica com Size de 0,5mm e SAG de 0,2mm, resultando em um erro global de 5,63%.

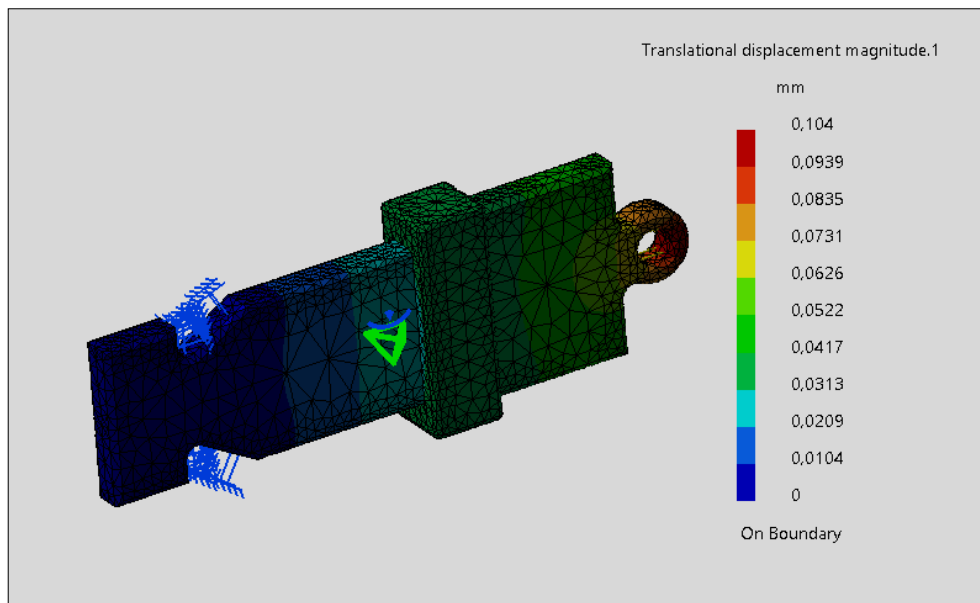
Uma otimização manual foi executada prevendo a carga máxima suportada pelo suporte da chave de 120 N e a resistência à tração máxima conseguida para o Suporte da Chave de 28,659 MPa, com deslocamento de 0,084 mm, conforme ilustradas nas figuras 10 e 11.

Figura 10 - Análise Estática - Von Mises (Resistência à Tração)



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 - Análise Estática - Von Mises (Deslocamento)



Fonte: Elaborado pelo autor

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram atingidos todos os objetivos conforme descritos nos dados de entrada do escopo do projeto deste trabalho. Foi possível apresentar resultados através da construção do protótipo, demonstrando na prática a sistemática de requisição das chaves, integrando o software, o hardware e os acionamentos mecânicos do Chaveiro Inteligente. Na parte dos estudos de elementos finitos, também foi demonstrado que a construção do Suporte da Chave suportará uma carga de 120N.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, Leomar. **Eletrônicos**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-910421233-trava-solenoid-12v-cc-arduino-_JM>. Acesso em: 28 set. 2017.

JOHNSTON, E. Russell Jr. **Resistência dos materiais**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1989.

KEYVIGILANT Controle de Chaves. **Controle de chaves**. [2017] Disponível em: <<http://www.keyvigilant.com.br/controlechaves.html>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

MULTILÓGICA-SHOP. **Arduino Mega2560 R3**. 2017. Disponível em: <<https://multilogica-shop.com/arduino-mega2560-r3>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

REMO Plásticos. **ABS RM 100**. [2017?] Disponível em <http://www.remoplasticos.com.br/datasheet/ds_rm_100.pdf>. Acesso 18 nov. 2017.

SUPRIMAX Comércio de Equipamentos Gráficos Ltda. **Porta chaves claviculário**. [2017?]. Disponível em: <<http://www.suprimax.com.br/produto.php?cod=869&nome=porta-chaves-claviculario-modelo-m48>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

VIDA DE SILÍCIO Ltda. **Módulo RFID RC522 13,56MHz + cartão e chaveiro**. [2017?] Disponível em: <<http://www.vidadesilicio.com.br/modulo-rfid.html>>. Acesso 19 Nov. 2017.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família (Alequissandra, Thais e Lilian) pela ajuda e paciência durante estes dois anos de estudos. Agradecer também ao Professor Nelson W. Paschoalinoto, todo o compartilhamento de conhecimentos durante a jornada pedagógica e em seguida o acompanhamento, dicas e orientações durante o desenvolvimento do projeto. Também não poderia de deixar de agradecer a minha esposa Alequissandra Melo e à Professora Mirelle Lemes, que me auxiliaram nas revisões de Português e Inglês do conteúdo do trabalho. Agradecer ao meu Diretor Paulo Cesar Perestrelo, SENAI Vila Alpina - SP, o apoio e a abertura dos Laboratórios e Oficinas para a elaboração dos protótipos, ao Professor Alberto Leite durante o desenvolvimento do projeto, na parte de prototipagem 3D e, finalmente, ao meu grande amigo Joaquim Filho, que me orientou e auxiliou na integração da parte mecânica com a eletrônica do Projeto.

A todos vocês fica a minha gratidão e a sensação de dever cumprido, da efetivação do ensino/aprendizagem e, por fim, digo que o trabalho em equipe é sempre muito mais forte, eficaz e completo.

Sobre os autores:

ⁱ RENATO FRANCO DE MELO



Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade São Judas Tadeu (1998). Atualmente é Instrutor de Práticas Profissionais III do SENAI - Departamento Regional de São Paulo. É pós-graduado em Pedagogia com ênfase em Matemática pela Universidade Sant'anna e cursa atualmente a Pós-Graduação em Projetos de Manufatura CAD/CAE/CAM pela Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica (dez/2017). Tem experiência na indústria na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Processos de Fabricação e Gerenciamento de Projetos.

ⁱⁱ NELSON WILSON PASCHOALINOTO



Doutorando em Engenharia Mecânica. Mestre em Engenharia Mecânica com ênfase em Materiais e Processos. É pós-graduado em Engenharia de Processos Industriais - Instrumentação, Automação e Controle. Possui graduação em Tecnologia Mecânica - Processos de Produção e Licenciatura Plena em Mecânica. Atualmente é Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Processos de Fabricação, CAD e em Coordenação Pedagógica no ensino técnico.