(Carvalho & Ferrolho, 2016)

Marco Ruben Laranjeira Santos Rodrigues

HMI para Fabrico Aditivo

Mestrado em Engenharia de Software

Trabalho de Projeto efectuado sob a orientação de

Doutor Pedro Miguel Moreira

Engenheiro João Paulo Pereira

Julho de 2017

RESUMO

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Aenean commodo ligula eget dolor. Aenean massa. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quam felis, ultricies nec, pellentesque eu, pretium quis, sem. Nulla consequat massa quis enim. Donec pede justo, fringilla vel, aliquet nec, vulputate eget, arcu. In enim justo, rhoncus ut, imperdiet a, venenatis vitae, justo. Nullam dictum felis eu pede mollis pretium. Integer tincidunt. Cras dapibus. Vivamus elementum semper nisi. Aenean vulputate eleifend tellus. Aenean leo ligula, porttitor eu, consequat vitae, eleifend ac, enim. Aliquam lorem ante, dapibus in, viverra quis, feugiat a, tellus. Phasellus viverra nulla ut metus varius laoreet. Quisque rutrum. Aenean imperdiet. Etiam ultricies nisi vel augue. Curabitur ullamcorper ultricies nisi. Nam eget dui. Etiam rhoncus. Maecenas tempus, tellus eget condimentum rhoncus, sem quam semper libero, sit amet adipiscing sem neque sed ipsum. Nam quam nunc, blandit vel, luctus pulvinar, hendrerit id, lorem. Maecenas nec odio et ante tincidunt tempus. Donec vitae sapien ut libero venenatis faucibus. Nullam quis ante. Etiam sit amet orci eget eros faucibus tincidunt. Duis leo. Sed fringilla mauris sit amet nibh. Donec sodales sagittis magna. Sed consequat, leo eget bibendum sodales, augue velit cursus nun.

Julho de 2017

ABSTRACT

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Aenean commodo ligula eget dolor. Aenean massa. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quam felis, ultricies nec, pellentesque eu, pretium quis, sem. Nulla consequat massa quis enim. Donec pede justo, fringilla vel, aliquet nec, vulputate eget, arcu. In enim justo, rhoncus ut, imperdiet a, venenatis vitae, justo. Nullam dictum felis eu pede mollis pretium. Integer tincidunt. Cras dapibus. Vivamus elementum semper nisi. Aenean vulputate eleifend tellus. Aenean leo ligula, porttitor eu, consequat vitae, eleifend ac, enim. Aliquam lorem ante, dapibus in, viverra quis, feugiat a, tellus. Phasellus viverra nulla ut metus varius laoreet. Quisque rutrum. Aenean imperdiet. Etiam ultricies nisi vel augue. Curabitur ullamcorper ultricies nisi. Nam eget dui. Etiam rhoncus. Maecenas tempus, tellus eget condimentum rhoncus, sem quam semper libero, sit amet adipiscing sem neque sed ipsum. Nam quam nunc, blandit vel, luctus pulvinar, hendrerit id, lorem. Maecenas nec odio et ante tincidunt tempus. Donec vitae sapien ut libero venenatis faucibus. Nullam quis ante. Etiam sit amet orci eget eros faucibus tincidunt. Duis leo. Sed fringilla mauris sit amet nibh. Donec sodales sagittis magna. Sed consequat, leo eget bibendum sodales, augue velit cursus nun.

Julho de 2017

Conteúdo

[1. Introdução 1](#_Toc371523056)

[2. Definições e Conceitos 2](#_Toc371523057)

[2.1 Introdução 2](#_Toc371523058)

[2.2 xpto 2](#_Toc371523059)

[2.3 … 2](#_Toc371523060)

[2.5 Tecnologias e conceitos … 2](#_Toc371523061)

[2.7 Conclusões ou Notas Finais… 2](#_Toc371523062)

[3. análise do estado da arte 3](#_Toc371523063)

[3.1 Introdução 3](#_Toc371523064)

[3.2 xpto 3](#_Toc371523065)

[3.7 Conclusões ou Notas Finais… 3](#_Toc371523066)

[4. Desenvolvimento do Trabalho 4](#_Toc371523067)

[4.1 Introdução 4](#_Toc371523068)

[4.2 … 4](#_Toc371523069)

[4.5 Tecnologias e conceitos … 4](#_Toc371523070)

[4.7 Conclusões ou Notas Finais… 4](#_Toc371523071)

[5. Avaliação ou Discussão dos Resultados do Trabalho 5](#_Toc371523072)

[5.1 Introdução 5](#_Toc371523073)

[5.2 … 5](#_Toc371523074)

[5.5 Tecnologias e conceitos … 5](#_Toc371523075)

[5.7 Conclusões ou Notas Finais… 5](#_Toc371523076)

[6. Conclusões e Trabalho Futuro 7](#_Toc371523077)

[Referências 8](#_Toc371523078)

Índice de figuras

**No table of figures entries found.**

Índice de Tabelas

**No table of figures entries found.**

# 1. Introdução

Com o rápido crescimento tecnológico ao longo dos últimos anos, a integração de novas tendências tecnológicas tornou-se natural em qualquer área ou setor que beneficie das mesmas. Tecnologias emergentes como realidade aumentada, realidade virtual, entre outras, tendem a ser exploradas e embebidas nas mais variadas aplicações em diversos setores da indústria. Estes, facilmente encontram a motivação certa para cada vez mais apostar em soluções *high-tech* dado que os ganhos são imensos e a não aposta pode resultar numa falta de inovação e consequentemente no não acompanhamento do trilho da evolução. As *Human-Machine Interfaces* para controlo de processos de fabrico não são diferentes de outras áreas e podem beneficiar muito da integração de variadas tecnologias (como as supramencionadas).

Numa perspetiva histórica de evolução das HMIs, é importante referenciar que por volta de 1945 apareceu a primeira interface homem-computador que ficou conhecida como a era da *Batch Interface*, numa fase em que o poder computacional era escasso e caro, as interfaces eram rudimentares e os utilizadores tinham que se acomodar aos computadores e nunca o contrário. As tecnologias evoluíram, passando por vários processos e transformações, levando a que as interfaces passassem também elas por várias fases como a era da linha de comandos e culminando na era das interfaces gráficas como as que conhecemos e utilizamos hoje em dia.

As HMIs são, nos dias que correm, utilizadas para os mais variados fins, como por exemplo nos automóveis para fornecerem informação ao condutor acerca da viagem, de parâmetros do automóvel, de extras como o ar condicionado ou o rádio, em equipamento médico para fornecer informação acerca do paciente ou do processo/exame para o qual o equipamento foi construído e para permitir alguma ação mediante o estado do paciente, na indústria para fornecer informação sobre um processo de fabrico e para permitir controlo sobre o mesmo.

O projeto a que me propus surge no âmbito de um outro projeto de investigação a decorrer no INEGI que visa explorar tecnologias emergentes de fabrico aditivo e a sua aplicação para além do estado da arte em termoplásticos para aplicações de alta temperatura e resistência.

O INEGI tem, nos últimos anos, participado e consolidado a sua posição como parceiro da indústria nacional e internacional pela larga experiência e reconhecimento em diversas áreas de interesse, entre elas o desenvolvimento de produto, a engenharia industrial e a gestão de projetos de I&I, apresentando uma larga experiência e reconhecimento a nível nacional e internacional em áreas relevantes para o presente projeto como o desenvolvimento de produto, Fabrico Aditivo, Indústria 4.0, engenharia industrial e a gestão de projetos de I&I.

Assim, este projeto de mestrado visa desenvolver uma interface homem-máquina (HMI) *web-based* para permitir fazer o controlo das funções básicas de um equipamento de fabrico aditivo, assim como monitorização e manipulação dos seus parâmetros, munindo o operador de uma ferramenta capaz de fornecer atempadamente toda a informação relativa ao processo de fabrico, assim como ao equipamento em si, e capaz de permitir o controlo do mesmo através de funções para o efeito. Para atingir os objetivos é expectável que sejam exploradas tecnologias de desenvolvimento web, assim como a possibilidade de integrar tecnologias emergentes e que acrescentem valor, como por exemplo realidade aumentada, ou realidade virtual.

Em termos de planeamento, o projeto decorrerá da seguinte forma:

* Até 31/05 - Especificação do Projeto
  + Até 27/05 – Definição dos Casos de Uso
  + De 28 a 31/05 – Definição de Mockups
* De 1/06 a 15/06 – Estudo do Estado da Arte
* De 16/06 a 05/07 – Desenvolvimento
* De 06/07 a 12/07 – Relatório e Apresentação
* De 01/10 a 01/01/2018 – Desenvolvimento
* De 02/01/2018 a 02/02/2018 – Relatório Final e Apresentação

O planeamento delineado corresponde ao seguinte gráfico de Gantt:

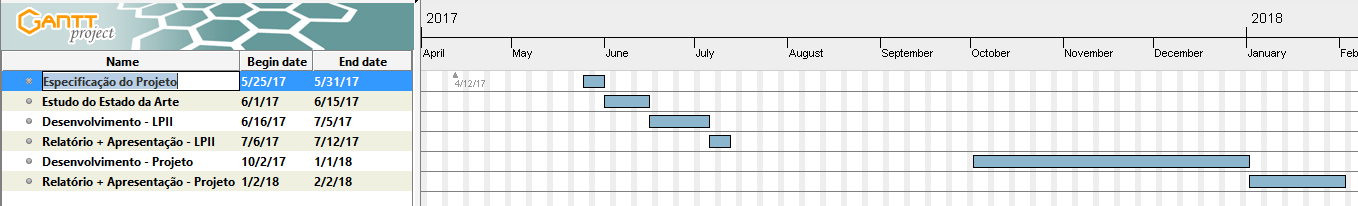


Figura 1 - Gantt do Projeto

O presente trabalho encontra-se dividido nos seguintes capítulos:

Capítulo 1: Onde se realizará uma contextualização do projeto, apresentando em

linhas genéricas os conceitos envolvidos, uma breve perspetiva da evolução histórica, em que âmbito surge o projeto, quais os objetivos delineados para o mesmo e é também definida a estrutura do documento.

Capítulo 2: Neste capítulo vai se introduzir algumas definições e conceitos importantes para o tema do projeto.

Capítulo 3: Consistirá na análise do estado da arte associado ao desenvolvimento de HMIs industriais, serão descritos alguns fatores essenciais a ter em consideração no desenvolvimento de HMIs e quais os benefícios de um bom design. Será também abordado o tema de HMIs *web-based*, porquê investir em tecnologias web para HMIs, quais as vantagens e ainda alguns casos de sucesso de aplicações de tecnologias emergentes em HMIs.

Introdução…

Motivação, contextualização, problema…

A empresa ou organização (se fizer sentido)…

Apresentação de objetivos do Projeto…

Apresentação do planeamento (Gantt mês a mês) do projeto para Até Julho 2017 e Até Fevereiro 2018.

O presente trabalho encontra-se dividido nos seguintes capítulos:

Capítulo 2: …

Capítulo 3: …

# 2. Definições e Conceitos

## 2.1 Introdução

AUTOMAÇÃO

O conceito de automação consiste num “processo de controlo e de monitorização de atividades e de tarefas de forma autónoma”(Carvalho & Ferrolho, 2016, p. 3), ou seja, na implementação da automação em ambiente industrial procura-se reduzir ao máximo, ou em alguns casos substituir, a intervenção humana por sistemas automáticos (Dorf & Bishop, 2010, p. 7) que podem incluir partes mecânicas, elétricas ou eletrónicas e são apoiados por meios computacionais para operar e controlar equipamentos (como máquinas, processos em fábricas, etc) e desta forma obter um aumento de produtividade e redução de custos de produção.

História da Automação

Desde há muito tempo que o ser humano procura automatizar atividades que inicialmente eram manuais. As primeiras iniciativas ocorreram ainda na pré-história com invenções como a roda, moinhos de vento ou rodas de água que permitiram economizar esforço, tempo e recursos através de soluções criativas (Soares & Mariano, 2012).

Mais tarde, por alturas do século XVIII, naquela que ficou conhecida como a Revolução Industrial assistiu-se a uma **mecanização** dos sistemas de produção por intermédio da utilização de ferramentas e máquinas para ajudar o ser humano em tarefas industriais, sendo que os equipamentos seriam ainda operados manualmente. Este passo tinha como objetivo aumentar a produtividade e reduzir os custos.

No século XX, mais concretamente na década de 20, surgem sistemas automáticos de produção com uma maior rapidez na execução de tarefas e intervenção humana mínima, espelhados nas linhas de montagem arquitetadas por Henry Ford.



Figura 2 - Linha de montagem de Henry Ford

Nos anos Pós 2ª Guerra Mundial, por volta dos anos 50, surgem máquinas de comando numérico na produção (CNC) que permitem a produção de peças de grande complexidade e de alta precisão.

Em 1968 acontece um dos pontos mais relevantes da história da automação, com o aparecimento do primeiro Controlador Lógico Programável, conhecido como PLC, por Dick Morley.

Desde então assistiu-se a uma tentativa de normalização das comunicações entre PLCs e a uma integração de sistemas mecânicos, sistemas de controlo de processos e sistemas informáticos.

A automação evoluiu, disseminou-se, e é hoje aplicada em várias áreas ou setores da sociedade, sendo composta por vários ramos de aplicabilidade como por exemplo a automação industrial, a automação comercial ou a automação residencial.

**COLOCAR OBJETIVOS DA AUTOMAÇÃO -> SEBENTA DE AUTOMAÇAO E CONTROLO**

## 2.2 HMI

Uma HMI é uma combinação entre componentes de hardware e software que, juntos, têm a capacidade de fornecer ao utilizador as ferramentas e a informação necessária para que este seja capaz de manusear, monitorizar e controlar um equipamento. As HMIs estão presentes nos mais variados tipos de sistemas/equipamentos para os mais diversos fins, como no controlo de comboios, máquinas de CNC, equipamento de laboratório médico, etc, e todas devem conter todos os elementos necessários para uma utilização/manuseio completo por parte do utilizador.

## 2.3 Objetivos de uma HMI

O principal objetivo da HMI é ser capaz de fornecer o seu operador/utilizador de todas as ferramentas/funções, assim como toda a informação necessária no momento correto de forma a permitir a maior eficiência e consequentemente o melhor desempenho na monitorização e controlo do equipamento.

Para um desenvolvimento de uma HMI com sucesso, é fundamental ter em consideração fatores como a segurança, ergonomia, os standards da indústria, uma clara definição dos requisitos funcionais, o nível de conhecimento do operador, etc.

É essencial que a HMI desenvolvida responda claramente às seguintes questões:

* Quantas serão e quais as funções controladas pela interface?
* Como será controlada cada função? Existem diversas possibilidades como botões, switches, etc.
* Qual o tipo de feedback a dar ao operador que melhor serve o propósito quando este está a executar funções na HMI?
* Para cada função na HMI, o operador necessita de obter que informação prévia?

Segundo artigo divulgado pela inside machine [1], para qualquer que seja o nível de conhecimento do operador (iniciante ou avançado), a HMI deve considerar os seguintes fatores ergonómicos:

* **Panel Layout**: o panel deve ser desenhado para fornecer ao operador grupos de informação relacionada de uma forma previsível e consistente.
* **Seleção de componentes da HMI**
* **Esquema de cores**: a chave para um esquema de cores eficiente é a simplicidade. Demasiadas cores devem ser evitadas e o modelo do semáforo para ações chave pode ser usado, como vermelho para Stop, amarelo para avisos e verde para OK/Start.
* **Feedback**: o Feedback é crítico para a eficiência e eficácia do operador e este pode ser visual, sonoro, tátil ou uma combinação destes.
* **Considerações de segurança**

Uma HMI deve ter a capacidade de efetuar a conexão com o sistema/equipamento que está debaixo do seu controlo, assim como outros sistemas/equipamentos que estejam possivelmente relacionados.

De realçar ainda a importância da perceção do ambiente físico a que a HMI estará exposta, situações como exposição a altas temperaturas, contacto com líquidos, humidade, devem ser consideradas para fornecer a melhor e mais adequada proteção à mesma.

## 2.4 Benefícios

Segundo artigo da inside machines [1], uma interface apropriada entre a máquina e o operador humano tem um grande impacto na eficiência e na facilidade de uso da mesma, e deve promover uma ligação harmoniosa entre ambos. Ainda a mesma fonte constata que uma HMI confiável que fornece um desempenho seguro, eficiente e intuitivo depende da aplicação das melhores práticas de engenharia no design, na produção, nos testes e nos processos de garantia de qualidade.

## 2.5 Tecnologias e conceitos associados á hmi

Atualmente a web é um universo em crescimento de páginas e aplicações interligadas. Há armazenamento e partilha de vídeos, de fotos, há conteúdo interativo, há monitorização em tempo-real de forma remota, há acessos via dispositivos móveis como smartphones ou tablets, etc. Tudo isto é possibilitado pela interação de tecnologias da web através e da evolução dos browsers que proporcionam hoje em dia novas e cada vez mais completas experiências aos utilizadores.

O mundo das HMIs industriais pode beneficiar bastante da convergência com tecnologias emergentes baseadas na web (e não só). Segundo artigo da Automation [2], sistemas web baseados em java podem agora dar resposta suficientemente rápido, com uma animação rica e integração natural com outras partes da infraestrutura corporativa. Este conceito abre caminho para que todos os participantes de um determinado ciclo de produção possam obter acesso a informação acerca do mesmo de forma remota e em tempo real.

Assim, nesta secção serão abordadas as tecnologias a serem utilizadas no projeto.

## 2.5.1 Twincat 3

É uma tecnologia da empresa Beckhoff, que na verdade aglomera um conjunto de ferramentas para permitir o controlo de sistemas de automação e deu inicio a uma era na história da própria empresa.

O Twincat torna qualquer sistema baseado em PC num sistema de controlo em tempo-real com a possibilidade de ter vários PLCs, NCs, CNCs e/ou sistemas robóticos conectados.

Algumas das funcionalidades mais interessantes providenciadas pelo Twincat:

* + Integração com Visual Studio
  + Mais liberdade para selecionar a linguagem de programação, dado que são fornecidas librarias para conectividade com linguagens mais comuns como C# ou Java
  + Suporte para a linguagem de programação clássica dos PLC’s, a IEC 61131-3
  + Possibilidade de utilização de C/C++ para aplicações em tempo-real
  + Conectividade para MATLab disponível
  + Ambiente de runtime flexivel
  + Respeita padrões de software modular e flexivel e pode ser aplicado no desenvolvimento para as mais variadas áreas
  + Migração de projetos Twincat 2

## 2.5.2 HTML

É uma linguagem baseada em etiquetas (tags) com as quais se define e estrutura as páginas *web*. Com as etiquetas que vêm descritas nos ficheiros html, o browser consegue renderizar o seu conteúdo, que inclui texto, imagens, vídeo, etc.

O HTML já sofreu alguma evolução desde os primórdios e vai neste momento na versão 5.0.

## 2.5.3 CSS

CSS vem de *Cascading StyleSheets* e são folhas de estilo que descrevem como os elementos HTML serão disponibilizados no ecrã do ponto de vista estético e organizacional dentro do mesmo. Podem descrever coisas básicas como as cores de um elemento, a sua localização no ecrã, ou mesmo introduzir um aparecimento em transição, dando a sensação de animação de um elemento.

As CSS podem ser armazenadas em ficheiros externos e ser chamadas pela página HTML no cabeçalho da página permitindo inclusivé poupar algum trabalho dado que permitem uma reutilização de estilos a vários elementos da mesma ou de várias páginas.

## 2.5.4 Javascript

O javascript é uma linguagem de programação *client-side* bastante utilizada no desenvolvimento web, foi criada pela Netscape com o propósito de adicionar dinâmica e interatividade aos elementos de páginas HTML. O facto de ser *client-side* significa que o código fonte é processado no browser e não num servidor web, ou seja, uma função javascript pode ser executada após uma *webpage* ser carregada e sem comunicar com o servidor. Um exemplo prático e comum em muitas páginas é a validação de formulários, desta forma a página disponibiliza de uma função a validar se o formulário está bem preenchido antes sequer de comunicar com o servidor.

O javascript evoluiu bastante e nos dias que correm já se estendem a outras funcionalidades bem mais complexas do que a validação de formulários.

## 2.7 Notas Finais…

…

# 3. Análise do Estado da Arte

## 3.1 Introdução

Dado que este projeto envolve o desenvolvimento de uma *Human-Machine Interface* *web-based* para um equipamento de fabrico aditivo, é relevante fazer uma análise ao estado da arte, de forma a ganhar perceção acerca de possíveis soluções já existentes, e de potenciais caminhos que possamos seguir no desenvolvimento deste projeto para que seja implementada uma solução inovadora e mais evoluída.

Assim, nesta secção serão descritas algumas abordagens e/ou sistemas já existentes.

## 3.2 Open Automation Software

A Open Automation Software é uma empresa de desenvolvimento de soluções tecnológicas direcionadas para a indústria[[3](#_Referências)]. Possuem desde HMI’s Desktop, a HMI’s Web, produtos para migração de dados para serviços na cloud, ou serviços de comunicação em redes para a IIOT.

Do ponto de vista das soluções Web HMI que a Open Automation Software fornece, podemos constatar que possuem as seguintes características:

* Compatíveis com todos os browsers em Mac, Windows, Linux e dispositivos móveis capazes de renderizar HTML5 e de executar Javascript, incluindo o Google Chrome, o Mozilla Firefox, o Safari, o Internet Explorer (versão 9 ou superior), o Mobile Safari, o Chrome para IOS e para Android;
* Utiliza standards para HTML5, Javascript e CSS;
* Pode ser embebido em qualquer plataforma web que gere HTML, como ASP.NET e .NET MVC, PHP, Ruby On Rails, NodeJS, entre outros;
* Suporta autenticação e comunicação segura através de SSL;
* Não requer instalação de plugins, bastando apontar o endereço do browser para a aplicação web;
* Não requer compilação para fazer instalação;
* Dados em tempo real são disponibilizados diretamente no browser;

- Descrever arquitetura utilizada?

- Inserir Imagem com arquitetura e outra com exemplo

## 3.3 Mark One

…

…

## 3.5 Conclusões ou Notas Finais…

…

# Referências

Carvalho, A. I. R. de, & Ferrolho, A. M. P. (2016). *Desenvolvimento e melhoramento da Célula Flexível de Fabrico da ESTGV*.

Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2010). *Modern Control Systems*.

Soares, T. A. C., & Mariano, S. J. P. S. (2012). Controlo e automação: sistema de rega inteligente.

1. …
2. …
3. https://www.openautomationsoftware.com/