

Cabine de polimento 4.0

1. RESUMO

Este artigo apresenta um projeto final de curso da licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, cujo objetivo principal consistiu na realização da automatização de uma cabine de polimento para a indústria de moldes, de forma a permitir o controlo e monitorização da mesma. Este projeto surgiu no âmbito da colaboração entre o grupo SOCEM [1] e a Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria (IPL). Os estudos foram realizados no âmbito da Academia *EduNet - Phoenix Contact* [2].

2. INTRODUÇÃO

Uma cabine de polimento tem o intuito de criar condições para que o polimento, neste caso de moldes para a indústria de plásticos, seja efetuado de forma a gerar ou reativar o brilho de uma peça sem causar qualquer tipo de defeito no seu material, podendo esta ser uma peça natural ou manufaturada.

O funcionamento da cabine de polimento (Figura 1) consiste, inicialmente, na entrada do molde na antecâmara. Após fechada a porta exterior, a porta interior da antecâmara terá uma abertura retardada para a reposição das condições atmosféricas da cabine de polimento, permitindo o acesso à zona de polimento. Dado por terminado o trabalho, o molde regressa à antecâmara, sendo que a porta de acesso ao exterior só abre após o encerramento da porta interior.



Figura 1. Planta da cabine de polimento.

O processo de monitorização e controlo de uma cabine de polimento é de extrema importância para a qualidade do produto final, devido aos elevados padrões exigidos atualmente à indústria dos moldes, sendo que um mau polimento põe em causa o resultado final de uma determinada peça e todo o processo de desenvolvimento desta.

Para a realização deste projeto foi necessário recorrer a soluções de automação que permitem controlar o funcionamento da cabine e adquirir os dados das condições ambientais e dos consumos de energia elétrica da mesma, com recurso a sensores (temperatura, humidade, nível de iluminação, pressão e ruído) e um analisador de energia. A solução aqui apresentada baseia-se numa plataforma que utiliza um autómato programável industrial com um *Arduino UNO*, sendo que este teve como objetivo permitir a utilização de sensores com

custos bastante reduzidos quando comparados com soluções industriais.

Foi também imprescindível a criação de uma *interface* com o utilizador para que o operador tenha acesso a todos os dados em tempo real e para que possa configurar todo o sistema. Todas as grandezas, tanto ambientais como energéticas, são arquivadas numa base de dados para possibilitar a posterior gestão e análise, através da utilização de um *Dashboard* [3] [4].

3. PROJETO REALIZADO

Apesar de não ser possível simular as condições reais a que a cabine de polimento estará sujeita na sua globalidade, na realização deste projeto foi necessário construir uma bancada de testes onde fosse possível simular o comportamento do sistema real em funcionamento.

3.1. Circuito de monitorização laboratorial

A Figura 2 apresenta o esquema de ligação do circuito de monitorização laboratorial, no qual constam a alimentação de 2 tomadas monofásicas para a ligação de eventuais cargas (por exemplo um PC) e também um circuito dedicado à fonte de alimentação 230 V_{AC} / 24 V_{DC} (*TRIO-PS/1AC/24DC/5*) de modo a alimentar o *switch ethernet* (*FL SWITCH SFNB 5TX*), a consola gráfica tátil (*WP 06T*) e o autómato programável (*ILC 131 ETH*).

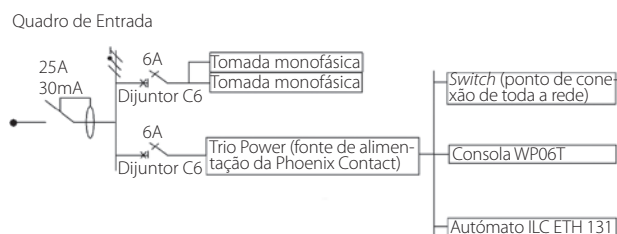


Figura 2. Esquema de ligação do circuito de monitorização laboratorial.

3.2. Implementação dos sensores

Para realizar a leitura das variáveis ambientais foram utilizados 4 sensores, sendo que a gestão dos mesmos foi efetuada, como referido anteriormente, com o auxílio de um *Arduino UNO*, programado através do *software "Arduino IDE"* [5].

Os sensores utilizados foram os seguintes:

- Sensor de Humidade/Temperatura (*DHT11*);
- Sensor de Iluminância (*BH1750*);
- Sensor de Pressão (*BMP180*);
- Sensor de Ruído (*KY-037*).

O *Arduino UNO* encontra-se acoplado ao *Ethernet Shield* (Figura 2) para que seja possível realizar a comunicação entre o autómato *ILC 131 ETH* e o *Arduino UNO*, através da rede *Ethernet*. Como já foi referido, os sensores encontram-se ligados ao conjunto formado pelo *Arduino UNO* e pelo *Ethernet Shield*, sendo que na Figura 4 se encontra esquematizado o circuito desta ligação.

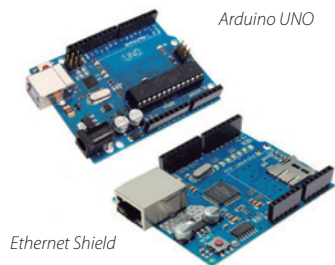


Figura 3. Arduino UNO e Ethernet Shield.

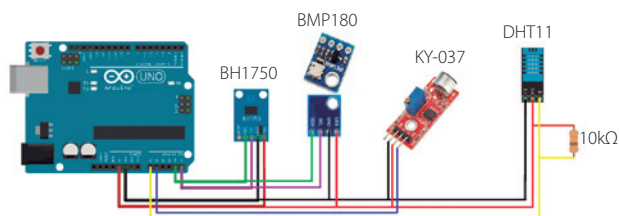


Figura 4. Esquema de ligação dos sensores ao Arduino UNO.

De referir que para estabelecer a comunicação entre o *Arduino* e os sensores *BMP180* e *BH1750* foi necessário realizar a comunicação através do protocolo *I2C* [6], tal como se encontra representado na Figura 5.

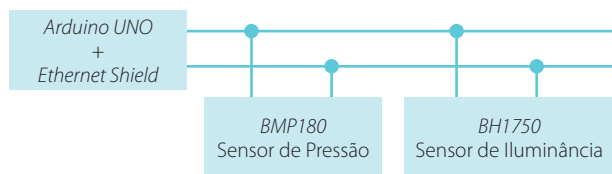


Figura 5. Comunicação por I2C.

3.3. Estrutura de ligação da rede

A estrutura de ligação da rede local encontra-se representada na Figura 6, onde estão interligados através do *switch Ethernet*

todos os equipamentos utilizados na realização do projeto, ou seja, o autómato *ILC 131 ETH*, a consola gráfica *WP 06T*, o analisador de energia *EEM-MA600*, o PC servidor de base de dados e o *Ethernet Shield* do *Arduino UNO*.

Para que exista um controlo automático de todo o processo, utilizou-se o *autómato ILC 131 ETH* que contém 4 saídas e 8 entradas digitais [7]. Foi também utilizada uma consola *WP 06T* [8] para permitir a interação Homem/Máquina. Para arquivar todos os dados foi utilizado um PC. As comunicações entre o autómato, a consola e o PC são efetuadas localmente através da rede *Ethernet*.

O *software* de desenvolvimento necessário à realização deste trabalho foi o *PC WORX*, versão 6.30 [9], utilizando duas linguagens de programação: Texto Estruturado (ST) e Diagrama de Blocos de Função (FBD).

Assim, o autómato irá fazer a leitura dos registos de dois elementos (Figura 7): do analisador de energia *EEM-MA600*, cujo protocolo de comunicação é *Modbus RTU*, e do *Ethernet Shield* em conjunto com o *Arduino UNO* através do protocolo *Modbus TCP/IP*.

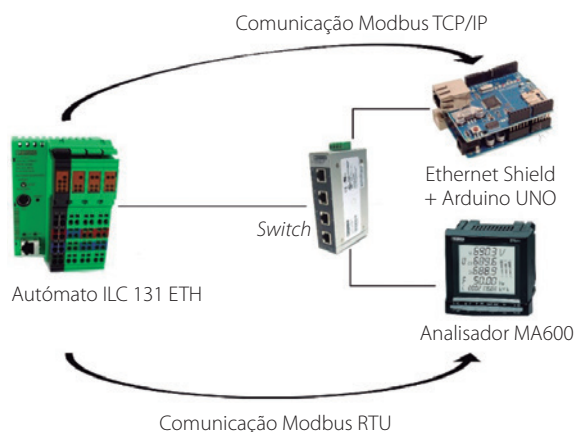


Figura 7. Diferentes tipos de comunicação com o ILC 131 ETH.

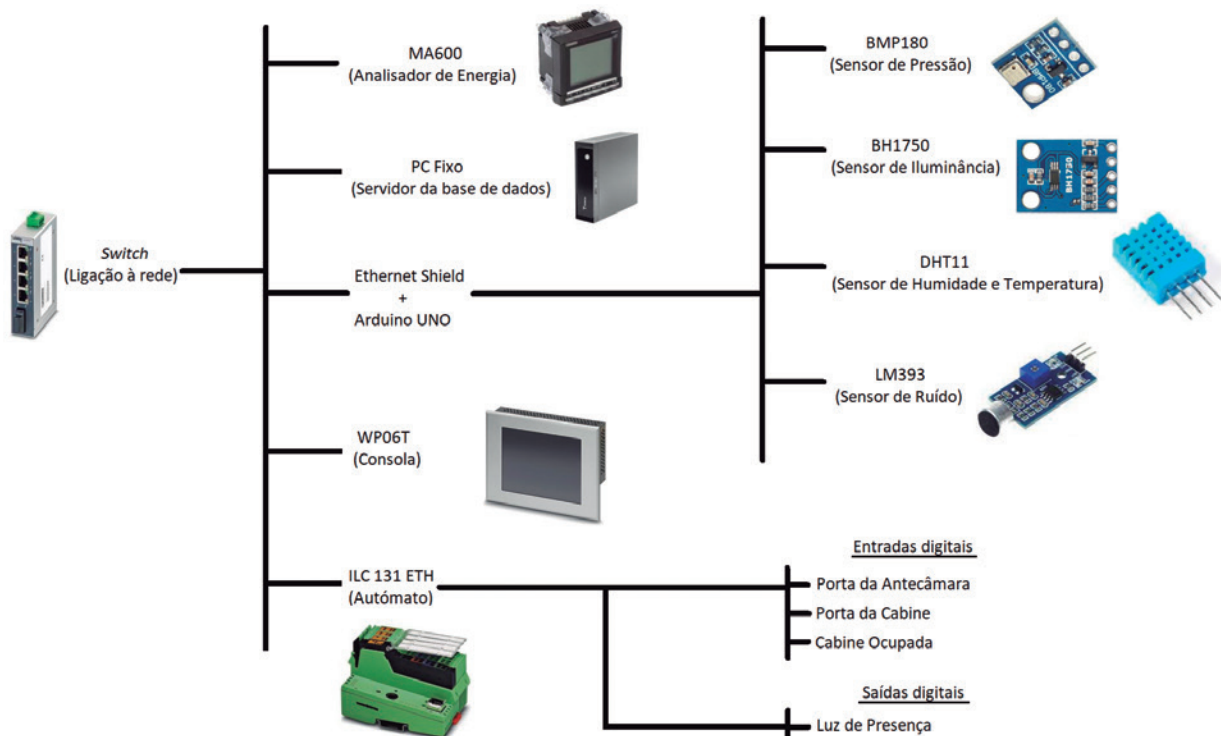


Figura 6. Estrutura da rede local.

3.4. Criação da base de dados

Após ter sido feita a aquisição dos dados, era necessário arquivá-los numa base de dados para possibilitar a posterior consulta. Desta forma foi opção a utilização do *software MySQL Workbench* [10], uma vez que, apesar de ser mais complexa que outros semelhantes, permite a criação de um servidor local no computador onde este é instalado.

De modo a que pudessem ser arquivados os valores ambientais e energéticos separadamente, foram criadas duas tabelas distintas na base de dados.

3.5. Interface gráfica – Webvisit

O *Webvisit* é o *software* de programação da *Phoenix Contact* que permite criar a *interface* gráfica. A *interface* desenvolvida fica alojada no *web server* do autómato *ILC 131 ETH* e encontrar-se disponível tanto através da consola gráfica *WP 06T* como em qualquer dispositivo que aceda ao *web server* através da rede local, utilizando um qualquer *browser* que suporte HTML 5.0.

A estrutura e organização das páginas criadas encontram-se segundo o que se está representado na Figura 8.

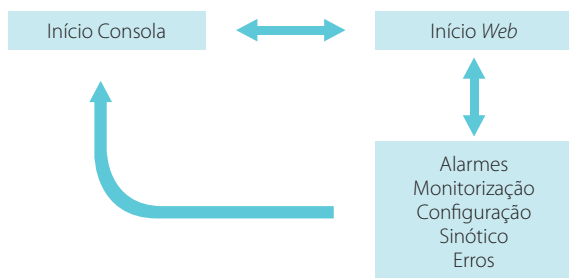


Figura 8. Organização do Webvisit.

Apresenta-se, de seguida, a descrição das principais páginas disponíveis na *interface* gráfica.

A página "*Início Consola*" é inicializada na consola *WP 06T*, podendo esta ser colocada dentro ou à entrada da cabine de polimento. Nesta será possível observar, em tempo real, todos os valores obtidos pelos sensores que monitorizam a cabine de polimento, como se pode ver na figura seguinte (Figura 9).

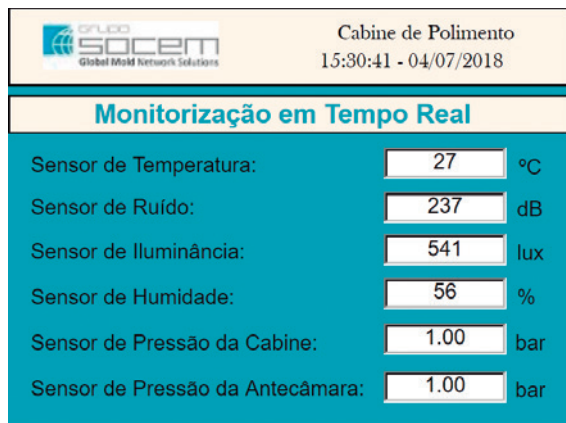


Figura 9. Início Consola.

A página "*Início Web*" (Figura 10) aparece ao iniciar a *interface* gráfica através de um *browser*. Serve como ponto de entrada na *interface* e surgirá sempre que o utilizador selecionar o separador "*Início Web*" do menu.



Figura 10. Início Web.

A página "*Erros*" indica quando é que a base de dados ou um dos modos de comunicação *Modbus* se encontra com erro, sendo que para eliminar esta mensagem, caso o erro já não exista, basta pressionar o botão "*Erro resolvido*". Se o erro se encontrar resolvido, mas se continuarem a existir problemas de comunicação com os respetivos dispositivos, esta mensagem será também transmitida nesta janela. Esta apenas desaparecerá quando os devidos modos de comunicação se encontrarem realmente a comunicar com os respetivos dispositivos.

Através da janela "*Sinótico*" (Figura 11) é possível visualizar a planta da cabine de polimento, bem como a localização dos sensores, os seus valores e os alarmes que são ativados pelas variáveis ambientais. Nesta janela também é possível observar quando é que as portas são abertas e o temporizador que determina o tempo em que as duas portas devem estar fechadas (para isolamento) após uma destas ter sido aberta. Por último é ainda possível visualizar as potências instantâneas das 3 fases e o valor dos consumos energéticos. É importante notar que todos os valores indicados neste sinótico são valores reais instantâneos.

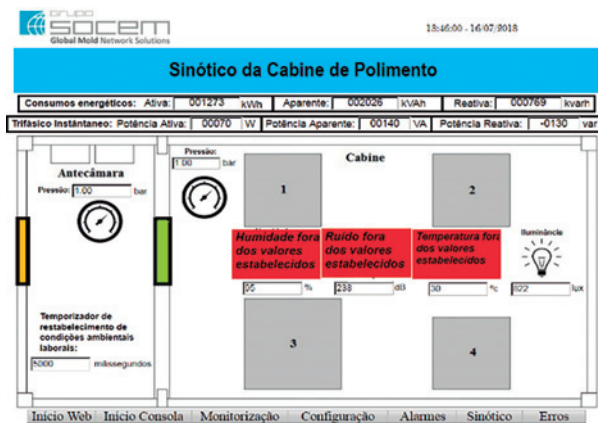


Figura 11. Sinótico da cabine de polimento.

A janela "*Login de Configuração*" destina-se à alteração de parâmetros de funcionamento da cabine de polimento, enquanto na janela "*Alarmes*" se encontram os alarmes que indicam se os sensores se encontram a ler valores inferiores ou superiores à gama estabelecida pelo utilizador. Por fim, através da janela "*Monitorização*" (Figura 12) é possível visualizar todas as variáveis de cariz ambiental da cabine de polimento bem como os valores lidos pelo analisador de energia *EEM-MA600*, sendo que todos estes valores são dados em tempo real.

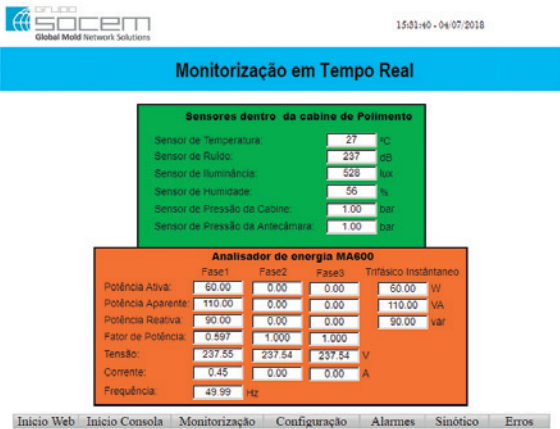


Figura 12. Monitorização em tempo real.

3.6. Desenvolvimento do Dashboard

O Dashboard é uma ferramenta de organização de informação que permite a disponibilização e análise de dados de forma, por exemplo, a monitorizar o estado de um processo.

O software de desenvolvimento do Dashboard utilizado foi o Power BI [11], uma vez que permite dinamizar uma enorme variedade de interfaces gráficas e obter os dados a partir de diversas fontes.

A partir da recolha dos dados contidos na base de dados, procedeu-se à criação do Dashboard pretendido. Houve a preocupação de desenvolvimento numa perspetiva amigável ao utilizador para que se pudessem definir os dados mais relevantes a serem visualizados e qual a melhor forma de os analisar. Assim sendo, foram criadas 6 páginas que permitem fazer diferentes tipos de análises ao histórico das condições ambientais e energéticas da cabine de polimento. À exceção da página inicial, todas as outras possibilitam a seleção de um ou mais dias para a visualização dos dados. Em duas destas páginas, que podem ser observadas na Figura 13 e na Figura 14, é ainda possível selecionar o número de horas pretendidas, de forma a que seja possível fazer uma análise muito mais detalhada dos valores ambientais e dos consumos energéticos da cabine, respetivamente.

Deste modo é possível gerar relatórios onde conste a variação das grandezas ambientais (temperatura, humidade, entre outros), durante o período em que foi realizado o polimento do molde, e também ter informação sobre o consumo de energia elétrica que foi despendida durante o processo de polimento. A flexibilidade deste tipo de soluções permite ainda acrescentar mais funcionalidades/informações sobre o comportamento de toda a cabine de polimento.

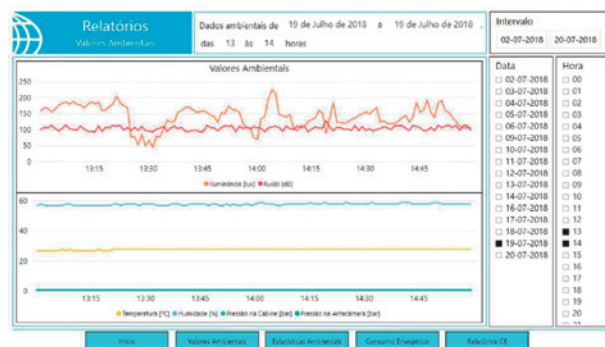


Figura 13. Página "Relatórios dos Valores Ambientais".



Figura 14. Página "Relatórios dos Consumos Energéticos".

4. CONCLUSÃO

Este projeto tinha como objetivo o desenvolvimento da programação do autómato industrial, da interface gráfica e desenvolvimento de um Dashboard de análise de uma cabine de polimento de moldes para a indústria dos plásticos. Houve o intuito de criar um sistema capaz de visualizar todas as condições ambientais e energéticas em tempo real, bem como um histórico temporal relativo a estas mesmas condições, mostrando todos estes valores em interfaces simples, funcionais e apelativas.

Como sugestões de trabalho futuro, propõe-se a otimização da aquisição dos dados ambientais, de forma a poder ser instalado na própria cabine de polimento, e a comunicação com um sistema de AVAC, com o intuito de repor as condições atmosféricas na antecâmara, assim como estabelecer um bom ambiente de trabalho para os operadores da cabine.

De realçar que este projeto é de importância significativa, visto que dentro do setor onde esta se insere, há uma exigência crescente da qualidade e controlo do produto final por parte dos seus clientes.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Socem. 01/03/2019. [Online]. Available: <https://socem.pt/>.
- [2] Academia EduNet IPEleiria. 02/07/2018. [Online]. Available: <http://sites.ipleiria.pt/edunet/>. [Acedido em 3 08 2018].
- [3] N. F. e. D. Jacinto. *Projeto "Sistema de Gestão Técnica de um Centro Desportivo"*. Instituto Politécnico de Leiria. Leiria. 2015.
- [4] P. B. e. T. Silva. *Projeto Eficiência Energética em Edifícios Escolares*. Instituto Politécnico de Leiria. Leiria. 2017.
- [5] Arduino. *Arduino*. [Online]. Available: www.arduino.cc/en/main/software. [Acedido em 04/02/2018].
- [6] I. - P. d. Comunicação. *arduinobr*. [Online]. Available: www.arduinobr.com/arduino/i2c-protocolo-de-comunicacao/. [Acedido em 7 3 2018].
- [7] P. Contact. *Installing and operating the ILC 131 ETH, ILC 151 ETH, ILC 171 ETH 2TX, ILC 191 ETH 2TX, ILC 131 ETH/XC, and ILC 151 ETH/XC Inline controllers*. Blomberg - GERMANY: Phoenix Contact. 2015.
- [8] *Web Panels with TFT Display - User Manual*. Blomberg - GERMANY: Phoenix Contact. 2014.
- [9] P. Contact. *PC WorX - User Manual*. Blomberg - Germany. Phoenix Contact, 2011.
- [10] www.mysql.com. *mysql*, [Online]. Available: www.mysql.com/. [Acedido em 05 03 2018].
- [11] Microsoft. *Power BI*. Microsoft. 05/03/2018. [Online]. Available: <https://powerbi.microsoft.com>. [Acedido em 05 03 2018].