

Relatório Final de Projeto – Concurso Ilídio Pinho

O desenvolvimento do projeto “GreenPonic” passou por várias etapas, desde a sua idealização, passando, nomeadamente, pela pesquisa, projeto elétrico, conceção, programação e testes.

A ideia da “GreenPonic” surge no âmbito da realização da Prova de Aptidão Tecnológica (PAT) de alunos do Colégio de Gaia, do Curso de Técnico de Eletrónica Industrial e Automação, em que os alunos têm de escolher um produto a desenvolver no seu 12º ano, para apresentação e defesa no final do curso. A participação na 13ª Edição - Projeto Ciência na Escola “A Ciência e a Tecnologia ao serviço de um mundo melhor” surge como uma experiência enriquecedora do desenvolvimento dos alunos.

O nome “GreenPonic” surge da concatenação das palavras “Green” reflexo do lado sustentável e ecológico do projeto, com a palavra “Ponic” que deriva do conceito de cultivo hidropónico utilizado no projeto.

Numa fase mais embrionária, realizaram-se diversas pesquisas, destacando-se pesquisas sobre a hidroponia, que é um sistema de cultivo que não utiliza terra ou qualquer tipo de substrato e recorre à água enriquecida com nutrientes dissolvidos como meio de nutrição das plantas. Destacam-se vários métodos do cultivo hidropónico, na “GreenPonic”, optou-se pela técnica NFT (*Nutrient Film Technique*) por ser o sistema mais eficaz no caso das plantas com raízes comprimidas. O NFT é um sistema de água circulatório com bombagem de água enriquecida para os canais/tubos da estufa, por gravidade, no fim do circuito, a solução retorna ao reservatório. Para tornar este processo mais eficiente e autónomo, identificaram-se as variáveis que poderiam ser determinantes no desenvolvimento de cultivos hidropónicos, verificando-se que o PH ideal da solução varia em função do cultivo, bem como, a quantidade de nutrientes da solução, temperatura ambiente e tipo de luz existente.

Na etapa da montagem da estrutura física da estufa, recorreu-se a uma estufa pré-fabricada já existente no mercado, tendo o único critério de seleção sido o custo. Realizou-se um esboço da estufa em 3D no *software* “Sketchup” e gravou-se um pequeno vídeo da mesma (<https://www.youtube.com/watch?v=XlebtZwijgA>). Instalou-se um sistema de tubagem para cultivos de hidroponia, também existente no mercado, onde se adaptaram duas manguueiras para entrada e saída da solução nutriente. A solução está armazenada num depósito que possui uma bomba de água que permite elevar a solução para o circuito e sensores de nível. O depósito possui ainda sensores de pH e de condutividade. Os sensores escolhidos são para a plataforma Arduino, já que são mais económicos do que os utilizados em automação, onde o Arduino só serve de interface, lê os valores analógicos dos sensores e replica-os nas suas saídas que estão ligadas ao autómato. Instalaram-se na estufa quatro sensores de temperatura, do tipo termopares (variação de tensão com a temperatura), para realizar o cálculo da temperatura média interior da estufa e aquecê-la via termoventilador ou diminuir a temperatura através de circulação de ar forçado por ventilador, também estes montados na estufa. Instalaram-se duas lâmpadas, uma do tipo led para iluminação de conveniência e outra específica para crescimento de plantas já que reproduz 90% da radiação solar. (<http://www.alojadamaria.com/pt/produtos/kit-200-watts-cfl-basic-shine-agrolite-crescimentogrow>).

Simultaneamente, iniciou-se o projeto elétrico do armário elétrico principal, para tal, fez-se um levantamento das necessidades do projeto, como as variáveis a controlar (PH, condutividade, temperatura...), o interface a utilizar (ecrã tátil), os acionamentos necessário (motores, electroválvulas, outros). O projeto elétrico foi realizado no *software* técnico EPLAN (lecionado no curso de Técnico de Eletrónica Industrial e Automação do Colégio de Gaia), o projeto do armário tem vários circuitos. O circuito de alimentação, onde estão representados todos os elementos de proteção de circuitos (disjuntores), bem como proteção humana (diferencial), possui ainda, uma fonte de alimentação 24VDC para diversos componentes de comando utilizados, uma fonte de alimentação 9VDC para o Arduino e uma tomada de manutenção. O circuito de emergência que recorre a um relé de emergência de redundância simples da Siemens. Neste circuito estão representadas as entradas digitais do autómato onde estão ligados os botões de pressão *start*, *stop* e de *emergência* e ainda os sensores de nível que indicam três níveis do tanque (reedswitches – sensores magnéticos). Os circuitos de saídas digitais do autómato apresentam as saídas ligadas a relés de 24VDC (dispositivos eletromecânicos). O comum da carta de saídas é ligado ao positivo +24VDC e todos os terminais A2 dos relés são ligados ao negativo 0VDC. Estes relés irão ligar/desligar o ventilador de extração de ar, o termoventilador de aquecimento, a lâmpada de crescimento, o desumidificador, as electroválvulas do pH+ e do pH-, as electroválvulas dos nutrientes A e B, a bomba de água, a iluminação da estufa e as lâmpadas sinalizadoras (vermelha, amarela e verde). O circuito da carta de entradas analógicas para ler o pH e a condutividade da solução,

que são fornecidos por sinais analógicos de um Arduino que funciona como interface de sensores, já que os sensores para o Arduino são menos dispendiosos do que para o autómato. O circuito da carta de entradas TC (Termo Couples), os termopares são os sensores de temperatura utilizados. O circuito de potência onde está representada a alimentação de potência, isto é, a alimentação elétrica do ecrã tátil (HMI – *Human Machine Interface*), das electroválvulas, da bomba de água, da lâmpada, da lâmpada de crescimento, do ventilador para o ar forçado, o termoventilador e o desumidificador. O circuito dos painéis fotovoltaicos que contém os painéis, o controlador/inversor e a bateria de chumbo (recorreu-se a uma bateria de arranque em vez de uma bateria de fundo por questões económicas).

Posteriormente, passou-se à construção do armário elétrico com os seus constituintes. Realizou-se um pequeno filme com as diversas fases de construção do mesmo. (<https://www.youtube.com/watch?v=xTPYQLUv69g>). Numa primeira fase instalaram-se as calhas de eletrificação e de suporte dos elementos (calha DIN), colocaram-se os componentes de proteção diferencial e disjuntores, uma tomada para manutenção, uma fonte de alimentação 24VDC, o autómato modular S7-1200 com as suas várias cartas de expansão, os relés de saída, o relé de emergência e os bornes de ligação. Como se criou mais dois quadros secundários, recorreu-se à instalação de fichas multipolares para a ligação dos quadros por cabos amovíveis. Utilizaram-se fichas Harting de 16A para potência e multifilar 2A para sinal. Eletrificou-se o armário ligando os diversos componentes através de cabos com ponteiros cravadas, etiquetaram-se os diversos elementos e condutores. Realizaram-se testes de continuidade aos circuitos e alimentou-se o quadro para a realização de teste em vazio dos circuitos externos. Após retificação e ratificação dos circuitos, testaram-se as entradas digitais e forçaram-se manualmente o estado das saídas para as testar. Instalaram-se três potenciômetros, montados como divisores de tensão, para fornecer valores analógicos de teste ao autómato. Nesta fase também se montaram os quadros elétricos auxiliares da estufa e do reservatório, o primeiro para distribuição de potência pelos diversos circuitos e acomodação do conversor/inversor dos painéis fotovoltaicos e o segundo para acomodar o Arduino e a sua alimentação elétrica. Tendo em conta a necessária mobilidade do projeto, construíram-se estrutura em perfil de alumínio, tanto para suporte móvel da estufa, como para suporte móvel do armário principal e suporte do depósito.

A “*GreenPonic*” tem como “cérebro” um autómato programável. Optou-se por este tipo de dispositivo de controlo, já que é objeto de estudo do curso no 11º e 12º ano. O autómato utilizado é um Siemens S7-1200 (por ser o disponível) com cartas de expansão de entradas digitais e analógicas, bem como, de uma carta especial para termopares. Para a programação do autómato, realizou-se um gráfico funcional em GRAFCET (*Grappe Fonctionnel de Commande, Étapes Transitions*) que é uma representação gráfica do funcionamento do projeto, que depois é traduzida em linguagem do autómato – LADDER. Realizaram-se vários Grafcet’s que estão divididos. O “grafcet principal” representa as condições de funcionamento e paragem do sistema com a respetiva sinalização. O “grafcet de temperatura” que representa a leitura, cálculo da média e atuação do aquecimento ou do arrefecimento. O “grafcet do pH” que representa a leitura periódica da entrada analógica e atuação da electroválvula do pH+ ou do pH-. E finalmente o “grafcet da condutividade” que representa a leitura periódica da condutividade e ajusta-a ativando a electroválvula do nutriente A e B.

Para a programação do autómato recorre-se a um software técnico TIA-Portal, que também foi objeto de estudo no curso. A programação do autómato foi feita em LADDER. Seguiu-se a estratégia de etapas e transições com recetividades e atuações finais. A cada grafcet enunciado anteriormente corresponde um programa em LADDER. Numa fase inicial da programação, tem de se definir os componentes físicos a utilizar no programa, tipo de autómato, cartas utilizadas, HMI e ligações entre estes. Também se configuraram no software os diversos componentes. Após isto, criaram-se tabelas de identificação dos bits internos com mnemónicas para uso no programa. Criaram-se subestruturas de programação que refletem os grafkets e a última subestrutura contém as saídas.

Para interface com o utilizador, utilizou-se um ecrã tátil, também da Siemens, que comunica com o autómato via comunicação “*ethernet*”. Recorreu-se ao TIA-Portal para a programação do mesmo. Na criação dos ecrãs de navegação, tentou-se criar um ambiente gráfico intuitivo por forma a manter uma utilização simples, por parte de qualquer tipo de utilizador. O primeiro ecrã é genérico onde consta informação dos alunos e se pode iniciar o funcionamento da estufa. O ecrã 2 tem vários botões: “criar projeto”, “ver status”, “simulação”, “sobre a Greenponic” e o botão “opções”. O botão criar projeto dá acesso ao ecrã 3 ou ecrã 4 conforme a versão do software utilizar ou não palavra-chave. O ecrã 4 tem três botões, cada um com parâmetros pré-programados para os cultivos de “alface”, “morangos” ou “tomates”. Ao selecionar uma destas três opções (poderiam ser muitas mais, é um processo de repetição), o autómato carrega valores de referência para o programa. Estes são os valores ideais para

cada cultivo, no que diz respeito à pH, temperatura e condutividade da solução de nutrientes e o tempo necessário para a colheita. No ecrã 5, tem-se acesso a mais funcionalidades, como os valores lidos pelos sensores em tempo real (temperatura, pH,...) ou o tempo restante para a colheita, o que é indicado através dos ecrãs 6, 7, 8, 9, 10 e 11. No ecrã 12 podemos encontrar dois botões que nos permitem aceder a uma pequena ajuda sobre o projeto e sobre técnicas hidropónicas. Ainda existe um ecrã para calibrar o ecrã tátil. Também teve de se criar um suporte em perfil de alumínio para o ecrã tátil.

Montaram-se painéis fotovoltaicos no telhado da estufa, que servirão para acumular energia elétrica que alimentará elementos da estufa tornando-a mais ecológica. Os painéis foram ligados a um conversor com MPPT (maximum power point tracker) que permite extrair o máximo de potência dos painéis em cada instante, através da variação de corrente (e tensão). A energia é armazenada em baterias de chumbo (neste caso só numa). As baterias a utilizar deveriam ser de fundo, já que permitem armazenar corrente para um maior período de tempo, em vez das de arranque que permitem o uso de corrente em curtos intervalos de tempo, apesar de disponibilizarem valores de pico muito elevados. O conversor tem, por sua vez, uma ligação inversora para alimentação monofásica de corrente alternada, que deveria ser utilizada para alimentar circuitos como o da iluminação; esta funcionalidade não foi implementada já que a energia que se consegue armazenar, com a bateria utilizada, é insuficiente para a lâmpada de crescimento.

Após a montagem dos vários elementos que constituem a estufa, procederam-se a testes que ainda decorrem. Neste momento a estufa está em funcionamento contínuo com cultivo de alfaces.

Em paralelo desenvolveu-se uma página na internet para divulgação da “GreenPonic” (<http://amagnofcarvalho.wix.com/greenponic>) onde se pode encontrar diversa informação relativa ao projeto bem como imagens e vídeos. Esta página está em constante atualização acompanhando os desenvolvimentos do projeto. Foram criados dois desdobráveis para apresentar a “GreenPonic” (em documentos anexos).

Anualmente o Colégio de Gaia realiza uma mostra de trabalhos num evento denominado “ExpoColgaia”. Este ano teve lugar a XX ExpoColgaia onde a “GreenPonic” esteve exposta em funcionamento parcial e foi alvo de muito interesse dos visitantes, tendo sido referida em notícias digitais. Podem encontrar-se na página do Portugal 2020 (<https://www.portugal2020.pt/Portal2020/po-capital-humano-visita-a-xx-expocolgaia>), na página do Instituto de Gestão do Fundo Social Europeu (<http://www.igfse.pt/news.asp?startAt=1&newsID=5353>) onde na notícia se pode encontrar uma hiperligação para a página da GreenPonic e na página Diretório União Europeia (<http://www.directoriouniaoeuropeia.eu/index.php/noticias/4804-po-capital-humano-visita-a-xx-expocolgaia>).