



Bird monitoring and dispersion system

Ricardo Mesquita - ricardo.mesquita@ubi.pt

University of Beira Interior, Covilhã;

André Veiros - andreveiros@hotmail.com

University of Beira Interior, Covilhã; Centre for Mechanical and Aerospace Science and Technologies (C-MAST),
Covilhã

Pedro D. Gaspar - dinis@ubi.pt

University of Beira Interior, Covilhã; Centre for Mechanical and Aerospace Science and Technologies (C-MAST),
Covilhã

Abstract

Birds continue to be one of the main factors of loss by producers in the region of Beira Interior. Fruits such as peaches and cherries continue to be damaged and their trees destroyed due to bird crop attacks. There are several methods to disperse birds, but all have low effects in the long-term as they demonstrate low variability and high maintenance. Drones are systems that are capable of dispersing birds due to their high mobility. Together with the use of audiovisual technologies, increase the effectiveness of the bird dispersion. However, to get the most out of each flight it is required to understand birds' movements. Thus, a monitoring system is required. In this article, a technological solution is proposed that uses drones and aggregates the monitoring and dispersion systems so maximum effectiveness in bird dispersal is achieved.

Keywords

Agriculture 4.0, Monitoring system, Dispersion system, Birds, Drones

Sistema de Monitorização e Dispersão de Aves

1. Introdução

De acordo com INE [1], existem 120.230 pessoas empregadas com atividade económica na área da agricultura, produção animal, caça e silvicultura, o que faz destas e de todos os seus ramos, setores importante para a economia nacional. Assim, torna-se imperativo avaliar todas as causas das perdas sofridas por parte dos produtores, bem como encontrar soluções para as mesmas. No caso da agricultura, as aves são uma das razões dessas perdas, sendo capazes de causar enormes danos a vários tipos de plantações que vão desde as frutas até aos grãos [2].

A região da Beira Interior, pela proteção que lhe é conferida pela Serra da Estrela relativamente aos ventos marítimos, apresenta características climáticas propícias para o desenvolvimento da atividade agrícola, nomeadamente na área da fruticultura [3]. Nesta região, existem grandes plantações de pêsego devido à elevada radiação, aos solos maioritariamente arenosos e à dimensão das propriedades [4], e também de cereja, essencialmente pelas condições climáticas [5]. Apesar da contínua evolução tecnológica dos produtores, a perda de frutos e árvores para as aves continua a ser um problema de longa duração e de custo elevado [6]. Na região, aves como o Estorninho e a Pêga causam elevadas perdas nas diversas campanhas dos produtores já que destroem as árvores e danificam os frutos, deixando-os susceptíveis a doenças, levando assim a uma diminuição da qualidade da produção [7].

Atualmente, existem diversos métodos para afastar aves, podendo estes ser agrupados da seguinte forma: químicos, mecânicos, culturais, biológicos [8]. Para este caso em particular, os melhores métodos são os mecânicos e culturais, já que se apresentam como não letais, efetivos e de baixo custo. Neste artigo é apresentado um inovador sistema de monitorização e dispersão de aves que reúne diversas técnicas de dispersão de natureza, áudio e visual, de uma forma aleatória [9], acoplado a um drone autónomo com voos pré-programados e uma rede de sensores de monitorização, que terá como função o treino de um algoritmo de optimização de voo. A autonomia energética apresenta-se como um dos maiores desafios deste dispositivo, sendo, então, necessário garantir uma eficiência máxima na relação entre o tempo de voo e a incidência nas áreas mais afetadas, nunca criando padrões detetáveis pelas aves. Desta forma, o presente dispositivo vem colmatar as falhas de todos os outros disponíveis no mercado, já que é móvel, com muita variabilidade e de baixa manutenção, podendo ser aplicado a qualquer tipo de ave e pomar.

2. Estado da Arte

O conceito de Agricultura de Precisão está normalmente associado à utilização de equipamento de alta tecnologia para avaliar, ou monitorizar, as condições numa determinada parcela de terreno [10], sendo natural o uso de drones para suprimir essas necessidades. Com estes, é possível analisar quintas, poupar tempo e aumentar a produção [11], com uma versatilidade no movimento que nenhum robô terrestre consegue igualar.

Apesar de todos os esforços por parte dos produtores, a destruição de árvores e frutos por parte de aves continua a ser um dos problemas ligados à agricultura. Revela-se assim, a pertinência e coerência do desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas eletrónicos adaptáveis, não padronizados para amenizar as perdas associadas ao ataque das aves.

2.1. Métodos de Dispersão não Eletrônicos

Por diferentes motivos, muitos produtores continuam a utilizar métodos de dispersão e controlo não eletrônicos de diferentes naturezas, tais como: tiros letais, explosões controladas, destruição de ninhos, armadilhas, utilização de redes nas árvores, a plantação e apanha planeada e os canhões de ar que podem ser temporizados ou não [8], [12], [13]. Além de na sua maioria serem letais, requerem muito trabalho e manutenção, acabando também, por, a longo prazo, se tornarem ineficientes.

2.2. Métodos de Dispersão Eletrônicos

O método eletrónico para dispersar aves mais habitual é a utilização de colunas que emitem sons de aves predadoras. Estes sistemas normalmente estão posicionados ao longo do pomar. Usualmente são temporizados, mas também podem ter sensores de deteção. As desvantagens que este sistema apresenta são a sua ineficiência a longo prazo e, por esse motivo, a necessidade de alterar a sua posição diversas vezes manualmente.

Atualmente, já existem sistemas robotizados e drones capazes de dispersar aves, utilizando diferentes métodos como: colunas acopladas com sons de perigo e sons de aves predadoras, aves embalsamadas, lasers, ou canhões de gás [13]-[16]. As principais vantagens destes sistemas comparativamente com todos os outros são o aumento da mobilidade e a variabilidade dos métodos, sendo que as suas únicas desvantagens são as condições climatéricas e a autonomia energética.

2.3. Métodos de Monitorização

A monitorização dos movimentos das aves ao longo dos pomares é uma parte importante para a redução dos seus ataques, uma vez que se não existir uma perceção das áreas afetadas todos os métodos de dispersão poderão tornar-se ineficientes.

Atualmente, existem sensores e dispositivos desenvolvidos para detetar aves em pomares, sendo os principais: *Passive Infrared Sensor* (PIR), microfones, visão computacional, e Radar [17]-[20]. Estes são utilizados, na sua maioria, para estudo de aves, mas também podem ser aplicados como auxílio dos métodos de dispersão.

3. Proposta de Dispositivo de Monitorização e Dispersão de Aves

Tal como anteriormente referido, o sistema apresentado será dividido em dois subsistemas, de monitorização e de dispersão, que, quando combinados, irão otimizar o processo de redução de ataque de aves em pomares, descritos em seguida.

3.1. Sistema de Monitorização

O sistema de monitorização será constituído por uma rede de sensores [21] que irá estar distribuído ao longo do campo, em pontos estratégicos, posicionado em estacas para uma máxima deteção. Cada estaca terá dois sensores PIR, posicionados em paralelo com sentidos de deteção opostos e uma inclinação direcionada para cima, de modo a garantir um maior ângulo de deteção. Os sensores PIR estarão ligados a um microcontrolador que, através de um *real time clock* (RTC), irá gravar a data e hora da deteção num ficheiro .txt através de um leitor de cartões *microSD*. Posteriormente, os dados serão enviados através de um método de comunicação para uma central, que servirá de treino para o algoritmo de otimização dos voos. Na Figura 1 é exposto o fluxograma da operação do sistema de monitorização, enquanto que na Figura 2 é apresentado o seu circuito eletrónico.

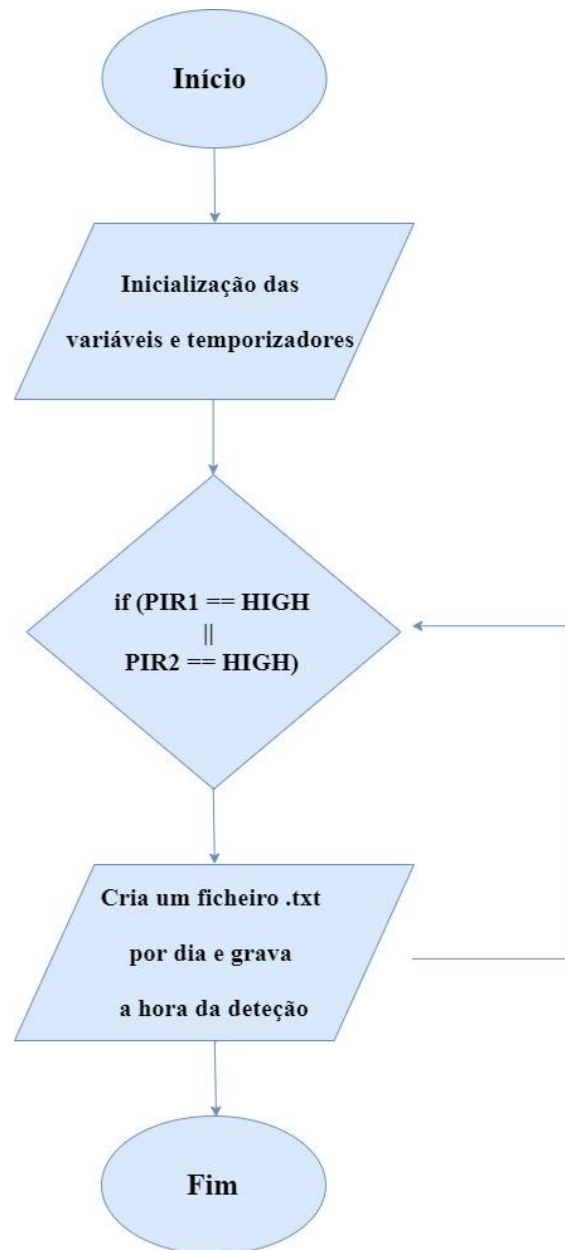


Figura 1 - Fluxograma da operação do sistema de monitorização.

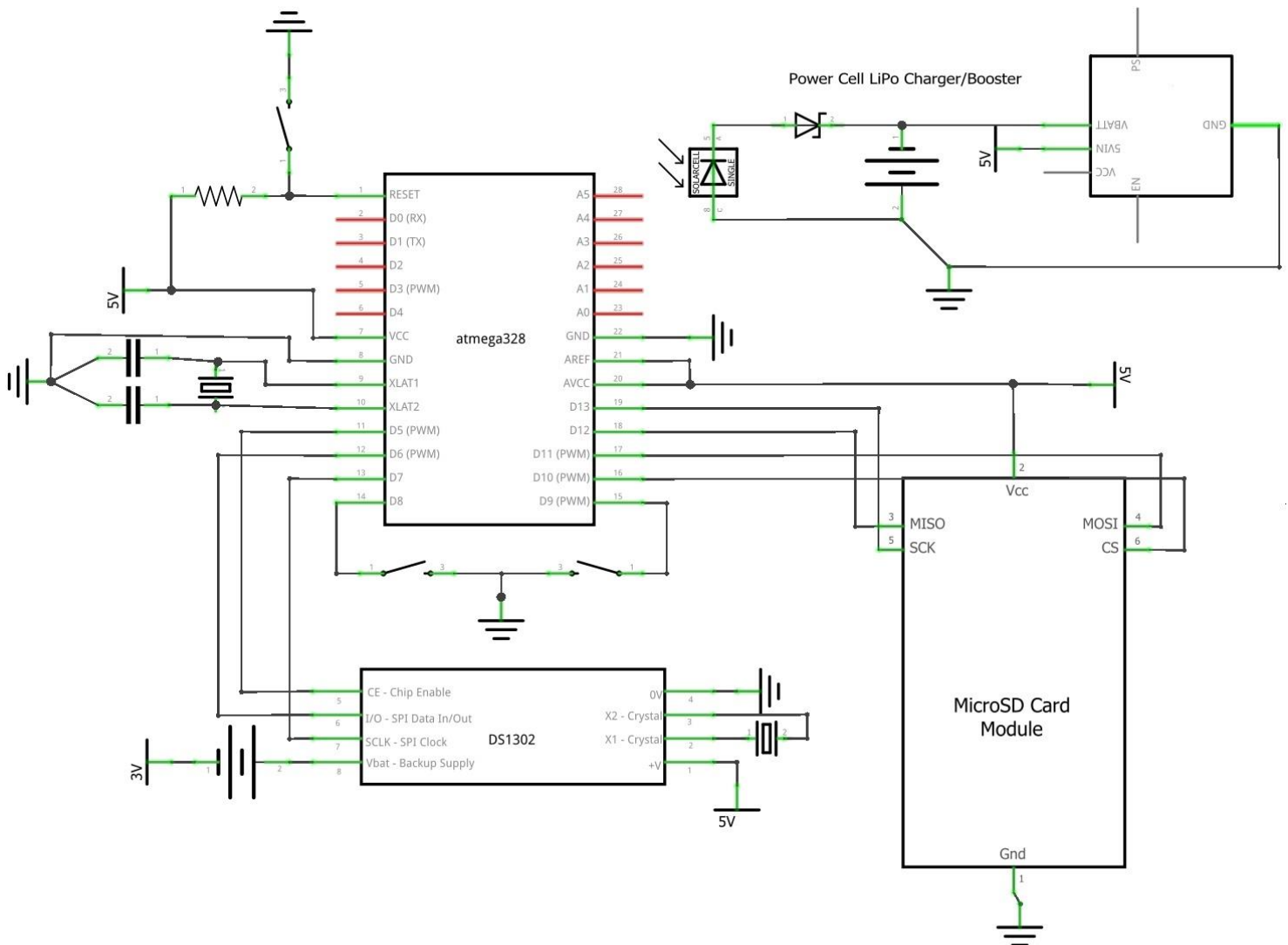


Figura 2 - Esquema elétrico do sistema de monitorização.

3.2. Sistema de Dispersão

O sistema de dispersão irá utilizar diferentes estímulos para afastar os animais, nomeadamente os sentidos audiovisuais [22], sendo este um conjunto de dois dispositivos: uma coluna reprodutora de sons de perigo, de aves predadoras, tiros e explosões, ligada a um microcontrolador, que irá fazer a leitura do som através de um leitor de cartões *microSD*, e um *LED* de potência considerável, também ele ligado ao microcontrolador, para fazer piscar o mesmo, e estes irão ser comutados através de um *MOSFET*, na configuração *low side*. O *software* deste sistema irá iniciar após ser pressionado um botão que irá gerar valores aleatórios para os quais estão associadas as ações pré-definidas acima mencionadas. Na Figura 3 é exposto o fluxograma da operação do sistema de dispersão, enquanto que na Figura 4 é apresentado o seu circuito eletrónico.

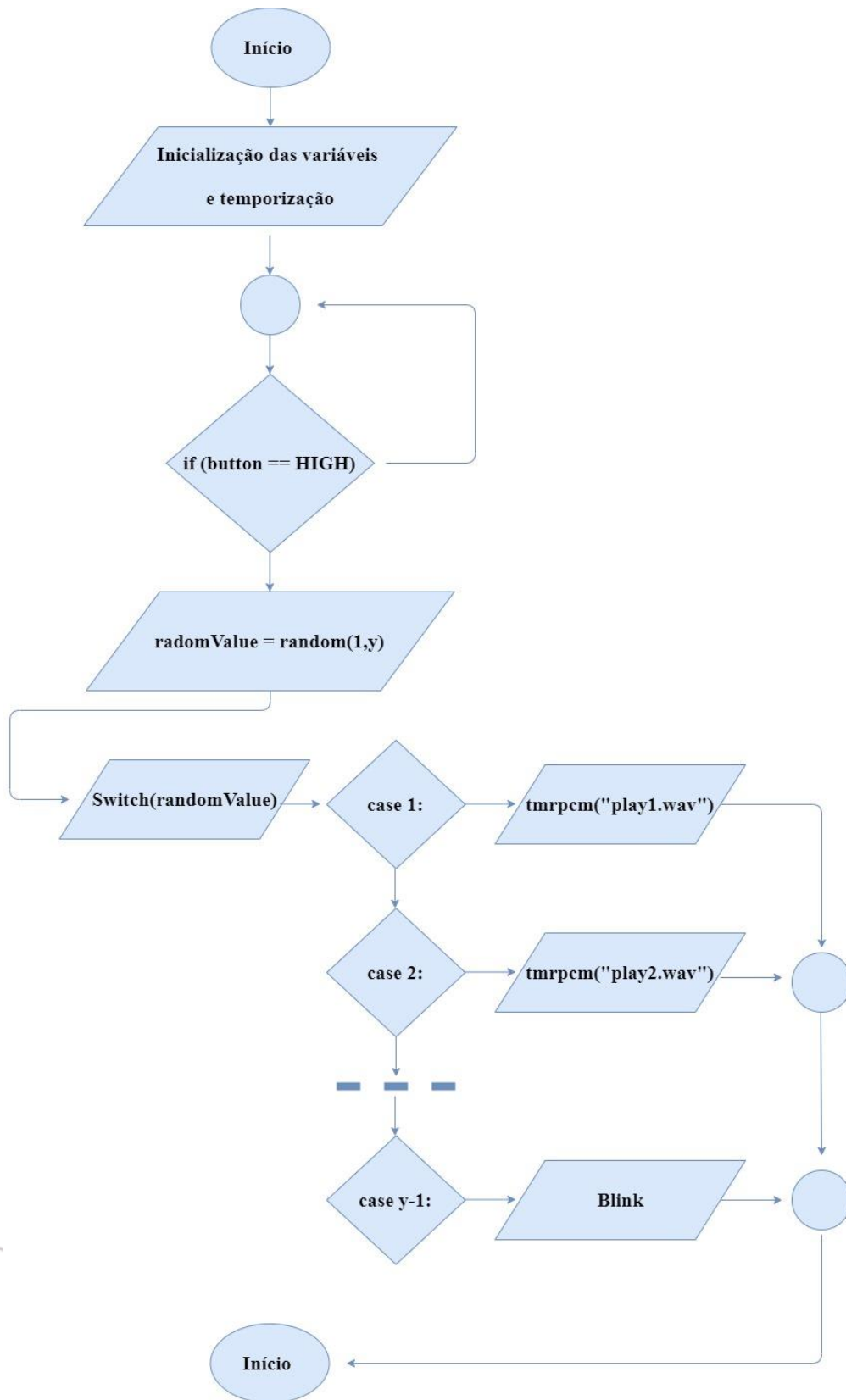


Figura 3 - Fluxograma da operação do sistema de dispersão.

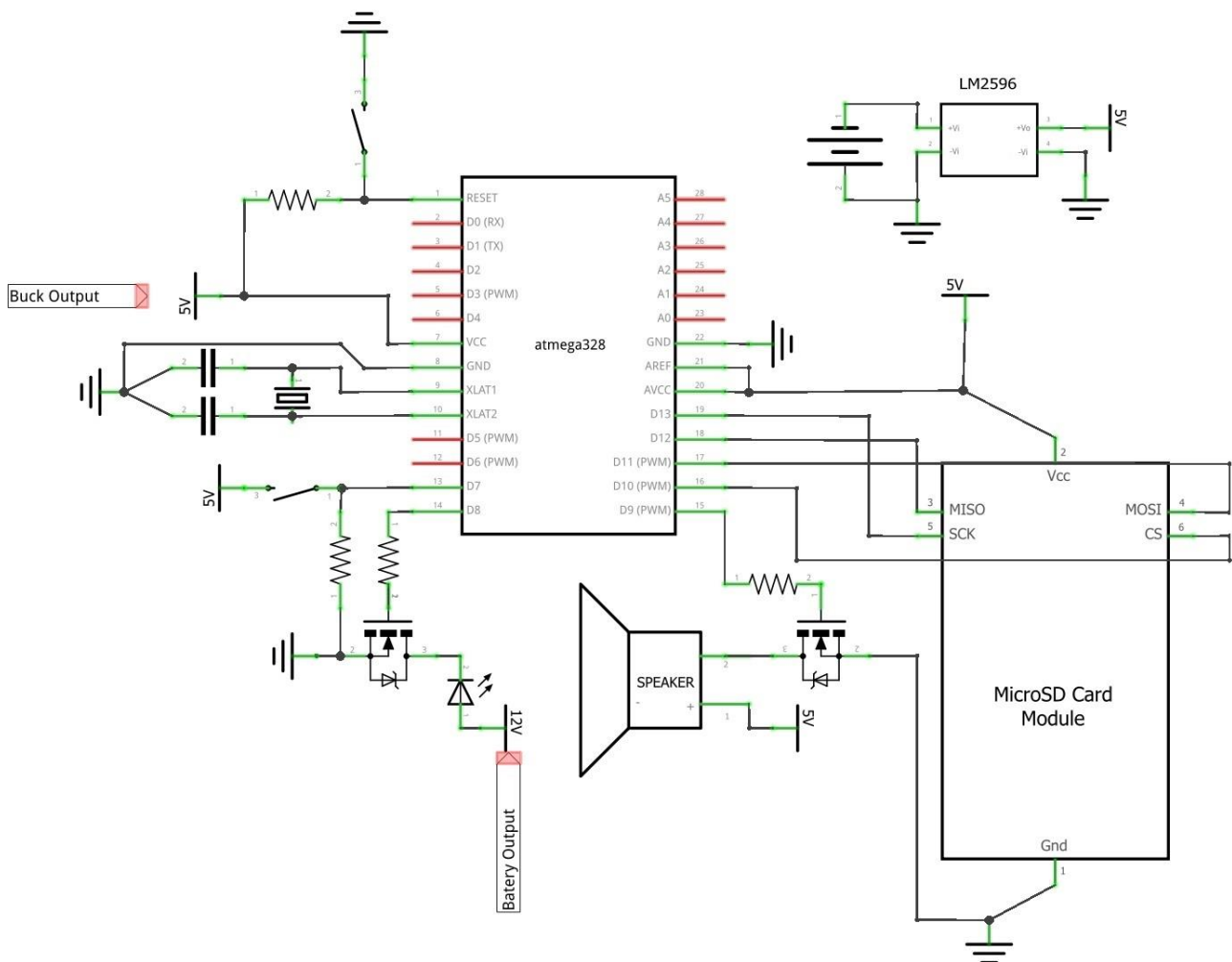


Figura 4 - Esquema elétrico do sistema de dispersão.

3.3. Drone

Para a acoplação do sistema de dispersão o mais importante não é o tipo de drone (hexacopter ou quadcopter), mas sim a bateria (duração do voo), em função da carga que este carrega, sendo necessário garantir que o drone consegue levantar o seu peso e o do dispositivo, sem nunca comprometer o tempo de voo.

No caso de estudo foi utilizado um hexacopter, alimentado por baterias 4S de 5000 mAh, com uma TBS Crossfire como recetor/emissor e uma PiXHawk 2.1 juntamente com uma Here como antena GPS. Este drone foi o escolhido por causa das suas características, nomeadamente: a versatilidade, estabilidade, com a vantagem de ser possível utilizar um software de código aberto como o Mission Planner para a configuração do drone, estudo dos dados de voo e planeamento de voos autónomos. Na Figura 5 é apresentada uma imagem de voo do drone selecionado para acoplar o sistema de monitorização e de dispersão de aves.



Figura 5 - Drone escolhido para o teste do sistema.

4. Conclusão

O ataque das aves a árvores e frutos continua a causar anualmente grandes perdas financeira aos produtores [12], sendo que, para combater este problema de forma eficaz, é necessário recorrer a novas tecnologias. Os sistemas tradicionais para dispersão de aves são normalmente pouco eficazes a longo prazo, pois não têm qualquer tipo de variabilidade o que faz com que as aves aprendam os padrões por estes emitidos. São também métodos pouco móveis, que necessitam de uma grande manutenção.

Os drones são dispositivos eletrónicos versáteis e de grande mobilidade, sendo que já se mostraram fortes aliados no combate às aves [23]. Complementando os mesmos com métodos audiovisuais, estes dispositivos eliminam completamente as falhas dos dispositivos tradicionais, ficando assim limitados apenas pelo clima e pela duração dos voos.

A autonomia energética é o único fator modificável e o trabalho a ser desenvolvido tem de se focar nesta componente, ficando assim com as seguintes hipóteses: aumentar a bateria, diminuir as perdas ou otimizar o plano de voo. Supondo que o drone foi bem dimensionado, não se pode aumentar a bateria, pois estaria a ser aumentado o peso e a ser diminuído o tempo de voo, não sendo possível alterar os componentes do drone. Todos estes elementos são essenciais para garantir o bom funcionamento do mesmo, ou seja, é impreterível garantir uma máxima otimização em cada voo.

Todos os sistemas robotizados carecem deste último fator, não existindo uma forma dos mesmos se adaptarem ao longo do tempo, criando uma ineficiência energética que consequentemente se traduz em perdas para os produtores. Utilizando redes de sensores de monitorização ao longo dos pomares, será perceptível, no decorrer do tempo, o movimento das aves tal como as regiões mais afetadas. Com estes dados será possível treinar um algoritmo de otimização de voos que será capaz de traçar um plano de voo, distribuindo os *waypoints* de acordo com as necessidades do local. Desta forma, terá uma maior incidência nos locais mais afetados, garantindo máxima gestão de voo e infinita variabilidade.

Atualmente, existem patentes e empresas com robôs e drones como métodos de dispersão [14]-[16], [24]-[26], mas nenhum deles tem a capacidade de aliar sistemas de monitorização com sistemas de dispersão. A proposta de dispositivo apresentado neste artigo reúne as vantagens dos efeitos audiovisuais dos métodos tradicionais com a mobilidade e versatilidade dos drones, tornando-se completamente diferente de outros sistemas. Ao incorporar redes de monitorização, que detetam as aves e apoiam o treino de um algoritmo para otimizar os voos, este torna-se no único dispositivo que reúne todos os métodos supracitados, demonstrando assim ser extremamente móvel, de baixa manutenção, de alta eficiência e com a impossibilidade de criação de padrões. Trata-se de trabalho em evolução, sendo agora requeridos os testes experimentais em pomares, avaliando a monitorização das aves, a sua dispersão, a autonomia energética e eventuais técnicas e procedimentos para a aumentar, assim como o teste do algoritmo de otimização de percursos em função da localização esperada das aves por via da aplicação de técnicas de aprendizagem por inteligência artificial.

Agradecimentos

Este trabalho de investigação é financiado pelo projeto PrunusBot - Sistema robótico aéreo autónomo de pulverização controlada e previsão de produção frutícola, Operação n.º PDR2020-101-031358 (líder), Consórcio n.º 340, Iniciativa n.º 140, promovido pelo PDR2020 e co-financiado pelo FEADER e União Europeia no âmbito do Programa Portugal 2020.

Referências

- [1] INE, *Estatísticas Agrícolas 2017 - Anual*. 2018.
- [2] M. B. Hannay *et al.*, "Bird species and abundances in fruit crops and implications for bird management," *Crop Prot.*, vol. 120, no. September 2018, pp. 43-49, 2019.
- [3] E. C. Pinheiro, "A Beira Interior : de mosaico de paisagens a região identitária," *UBImuseum*, vol. 3, pp. 71-100, 2010.
- [4] "Avaliação da qualidade dos frutos de diversas cultivares de pessegueiros instaladas na região da Beira Interior.pdf."
- [5] M. Carvalho and M. Marcelino, "A cerejeira na Cova da Beira.," *Agroforum: revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco*, vol. 6:11. pp. 15-21, 1997.
- [6] A. Anderson *et al.*, "Bird damage to select fruit crops: The cost of damage and the benefits of control in five states," *Crop Prot.*, vol. 52, pp. 103-109, 2013.
- [7] J. L. Elser *et al.*, "Measuring bird damage to three fruit crops: A comparison of grower and field estimates," *Crop Prot.*, vol. 123, no. May, pp. 1-4, 2019.
- [8] R. A. Cheke and M. El Hady Sidatt, "A review of alternatives to fenthion for quelea bird control," *Crop Prot.*, vol. 116, no. September 2018, pp. 15-23, 2019.
- [9] J. D. Bishop, H. V McKay, D. Parrott, and J. Allan, "Review of international research literature regarding the effectiveness of auditory bird scaring techniques and potential alternatives," *Dep. Food Rural Aff.*, no. December, pp. 1-52, 2003.
- [10] A. Jovens Agricultores de Portugal, J. P. Castro Coelho, and J. R. Marques da Silva, *Agricultura Precisão*. 2009.
- [11] V. Puri, A. Nayyar, and L. Raja, "Agriculture drones: A modern breakthrough in precision agriculture," *J. Stat. Manag. Syst.*, vol. 20, no. 4, pp. 507-518, 2017.
- [12] G. M. Linz, E. H. Bucher, S. B. Canavelli, E. Rodriguez, and M. L. Avery, "Limitations of population suppression for protecting crops from bird depredation: A review," *Crop Prot.*, vol. 76, pp. 46-52, 2015.
- [13] Z. Wang, A. S. Griffin, A. Lucas, and K. C. Wong, "Psychological warfare in vineyard: Using drones and bird psychology to control bird damage to wine grapes," *Crop Prot.*, vol. 120, no. September 2018, pp. 163-170, 2019.
- [14] S. R. -A. mobile Robot, "No Title," *SMP Robotics - Unmanned Ground Vehicles*, 2019. .
- [15] Bird-X, "No Title," *ProHawk® UAV: Autonomous Bird Control Drone Device: Bird-X*,

2019. [Online]. Available: <https://bird-x.com/bird-products/drones/prohawk/>. [Accessed: 20-Jun-2019].
- [16] Bask Aerospace, “No Title,” *Bird Scaring Drone System - AeroDrone Avian Scout*, 2019. [Online]. Available: <https://baskaerospace.com.au/aerodrone/avian-scout/>. [Accessed: 20-Jul-2019].
- [17] C. J. W. McClure, L. Martinson, and T. D. Allison, “Automated monitoring for birds in flight: Proof of concept with eagles at a wind power facility,” *Biol. Conserv.*, vol. 224, no. April, pp. 26-33, 2018.
- [18] M. Ritchie, F. Fioranelli, H. Griffiths, and B. Torvik, “Monostatic and bistatic radar measurements of birds and micro-drone,” *2016 IEEE Radar Conf. RadarConf 2016*, pp. 6-10, 2016.
- [19] O. Küçüktopcu, E. Masazade, C. Ünsalan, and P. K. Varshney, “A real-time bird sound recognition system using a low-cost microcontroller,” *Appl. Acoust.*, vol. 148, pp. 194-201, 2019.
- [20] P. Minerals, “Lil ’.,” vol. 1, no. 19, 2015.
- [21] S. Li, J. Cui, and Z. Li, “Wireless sensor network for precise agriculture monitoring,” *Proc. - 4th Int. Conf. Intell. Comput. Technol. Autom. ICICTA 2011*, vol. 1, pp. 307-310, 2011.
- [22] J. M. Gilsdorf, S. E. Hygnstrom, and K. C. VerCauterem, “Use of Frightening Devices in Wildlife Damage Management,” *Integr. Pest Manag. Rev.*, 2002.
- [23] L. J. Wandrie, P. E. Klug, and M. E. Clark, “Evaluation of two unmanned aircraft systems as tools for protecting crops from blackbird damage,” *Crop Prot.*, vol. 117, no. October 2018, pp. 15-19, 2019.
- [24] J. Lee, D. Kr, H. Chan, J. Kr, and J. S. Koh, “(12) United States Patent,” vol. 2, no. 12, 2016.
- [25] B. Seo, J. Kim, S. Kim, M. Roh, J. Byun, and K. Lee, “(12) United States Patent,” vol. 2, no. 12, 2014.
- [26] M. Majeed, “(12) Patent Application Publication (10) Pub . No .: US 2011 / 0218172 A1,” vol. 1, no. 61, 2011.