

Döner Kanatlı İHA'lar için Şarj Padi Tasarımı ve Geliştirilmesi

Charging Pad Design and Development for Rotary Wing UAV's

Hakan Üçgün^{*1}, Uğur Yüzgeç², Ali Rıza Gün³

*hakan.ucgun@bilecik.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9448-0679

¹Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye

²Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye

³Elektronik Teknolojisi, Meslek Yüksek Okulu, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

Özet İnsansız Hava Araçları (İHA), sahip oldukları uçuş yetenekleri, düşük maliyetli geliştirme imkânları gibi avantajlarından ötürü, son yıllarda yaygın olarak pek çok alanda kullanılmaktadır. İHA'lar, düşük uçuş süreleri yüzünden uçuş görevlerini yerine getirmede bazı sorunlar yaşamaktadır. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için şarj istasyonları ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Şarj istasyonları ile otonom olarak şarj edilebilen İHA'ların uçuş süreleri artabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, döner kanat İHA'ların uçuş süresini arttırmak ve uzun sürecek uçuş görevleri için İHA'ların şarj edilebilmesine olanak sağlayacak şarj pedi gerçekleştirilmiştir. İHA üzerindeki şarj devresine bağlı olan bakır konektörlerin, şarj istasyonu içerisine bulunan şarj ped'ine teması halinde İHA bataryasının şarjı gerçekleştirilmektedir. Şarj pedi, İHA'nın iniş yönünden bağımsız olarak her türlü şarj işlemi yapılmasına imkân sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Test çalışmalarında, İHA bataryasının şarj ped'i aracılığıyla şarj edilmiş ve anlık olarak takip edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İHA, Döner Kanat, Şarj Padi, Şarj İstasyonu

Abstract Unmanned Aerial Vehicles (UAV) are widely used in many areas in recent years due to their advantages such as their flight capabilities and low cost development opportunities. UAVs have some problems in performing flight missions due to their low flight times. In order to overcome these problems, studies are carried out on charging stations. The flight times of UAVs, which can be charged autonomously with charging stations, can increase. In this study, a charging pad has been developed to increase the flight time of rotary wing UAVs and to allow the UAVs to be charged for long flight missions. When the copper connectors connected to the charging circuit on the UAV contact the charging pad inside the charging station, the UAV battery is charged. The charging pad is designed to allow any kind of charging process regardless of the landing direction of the UAV. In the test studies, UAV battery was charged via the charging pad and was monitored instantaneously.

Keywords: UAV, Rotary Wing, Charging Pad, Charge Station

I. GİRİŞ

İHA'lar içerisinde bir pilot olmadan, radyo kontrollü uzaktan kumanda ile yer istasyonu üzerinden ya da önceden programlanmış uçuş planlarına göre bağımsız olarak, uçabilen hava araçlarıdır [1]. İHA'lar, ilk olarak askeri amaçlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Pilot kayıplarını önlemek, girilmesi zor ve tehlikeli olan bölgelere giriş yapabilmek için kullanılan İHA'lar [2], savunma ve saldırı amaçlı askeri olarak geliştirilmektedir. İHA'ların kullanımıyla zamandan ve paradan tasarruf edilirken, insan hayatının kurtulması da sağlanmaktadır.

İHA'lar önceki yıllarda genel olarak askeri amaçlar için kullanılmasına rağmen son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ve ticari uygulamalar neticesinde kişisel kullanıma da sunulmuştur [3]. İHA'lar, düşük maliyetleri, yüksek hareketlilik kabiliyetleri, bakım kolaylığı, uzaktan kontrolü gibi nedenlerden ötürü pek çok sivil uygulama da kullanılmaktadır [4]. Çalışma şekline ve yapısına göre sabit ve döner kanatlı olarak tasarlanan ve farklı uygulamalarda kullanılan İHA'lar [5], hobi ve ticari olarak pek çok alan da kullanılmaktadır. İHA'lar üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, yapay zekâ sistemleri [6], görüntü işleme [7], haritalandırma [8], arama ve kurtarma [9], bilimsel çalışmalar [10] gibi daha pek çok uygulama alanı ile karşılaşmak mümkündür.

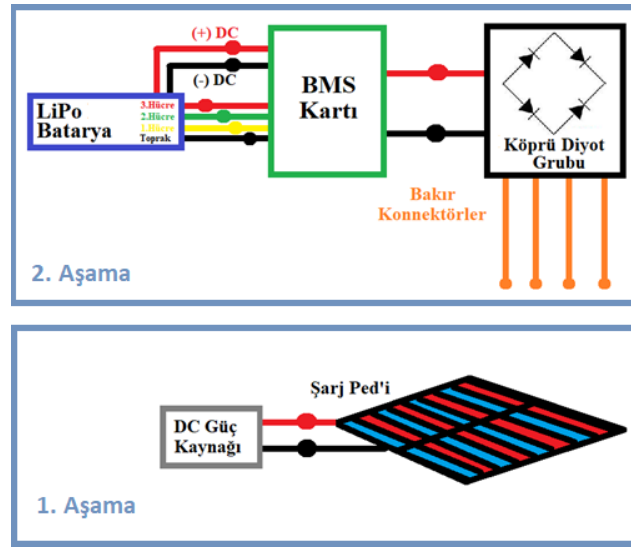
Kullanım amaçlarına ve şekillerine göre farklılık gösteren İHA'ların, pilot kontrollü helikopter ya da uçak gibi bazı hava araçları ile karşılaştırıldığında düşük maliyet, yüksek manevra kabiliyeti, esnek uçuş özellikleri, mürettebat riskinin olmaması, otonom uçuş ve ulaşımı zor olan bölgelere giriş yapabilmesi gibi bazı özelliklerinden ötürü daha avantajlı olduğu görülmektedir [11]. İHA kullanımının bu tarz avantajlarının yanı sıra meteorolojik olaylarının etkisi, yük miktarının sınırlı olması, uçuş güzergâhından sapması, düşük uçuş süreleri gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır.

Enerji tüketimi, İHA'ların karşılaştığı en büyük problemlerden bir tanesidir. İHA'lar genel olarak bataryalar aracılığıyla çalıştırılmaktadır [12,13]. İHA'ların içerisinde kullanılan sensör, motor, pervane, kontrolcü kartı gibi donanımların enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan bataryalar, yüksek güç ihtiyacı nedeniyle hızlı bir şekilde deşarj olabilmektedir. Gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında, İHA bataryaları ile yapılan uçuş sürelerinin 10-30 dakika arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir [14]. Bu durum, İHA'ların uçuş menziline ve çalışma sürelerinin büyük ölçüde sınırlandırmaktadır. İHA uçuşlarının devam edebilmesi için bataryaların şarj edilmesi ya da değiştirilmesi gerekmektedir. İHA bataryaları, İHA ve istasyon arasındaki elektrik kontakları aracılığıyla kablolu güç aktarımıyla ya da kablosuz olarak fiziksel bağlantı olmadan şarj edilebilmektedir [15].

Bu çalışma kapsamında, İHA modellerinden birisi olan döner kanatlı İHA'ların bataryalarını şarj etmek ve uçuş sürelerini uzatmak amacıyla bir şarj ped'i geliştirilmiştir. Geliştirilen şarj ped'i, İHA'lar için otonom şarj işlemine imkân vermektedir. Bu sayede herhangi bir insan etkileşimine gerek duyulmadan İHA bataryasının şarj edilmesi sağlanmaktadır. İHA üzerindeki bakım konektörlerin şarj ped'ine temas etmesi ile şarj işlemi başlamaktadır. İHA ile şarj ped'i arasında herhangi bir kenetlenme veya kablolu bağlantıya gerek duyulmadan şarj işlemine imkân verecek bir sistem geliştirilmiştir.

II. İHA ŞARJ SİSTEMİNİN TASARIMI

İHA bataryasının şarj edilmesine ait olan blok diyagramı şekil 1’de verilmiştir. Şarj işlemi 2 aşamalı olarak ele alınmıştır. İlk aşamada, şarj işlemi için kullanılacak şarj ped’ine DC kaynak kullanılarak enerji verilmektedir. Bu sebeple ayarlanabilir bir güç kaynağı üzerinden LiPo bataryasının şarj için kullanılacak akım ve gerilim değerleri şarj ped’ine verilmiştir. İkinci aşama ise İHA üzerindeki bataryanın şarj için hazır hale getirilmesidir. Bu aşamada LiPo bataryasının bir Batarya Yönetim Sistemi (BMS: Battery Management System) kartı aracılığıyla balanslı bir şekilde şarj edilebilmesi sağlanmıştır. BMS kartı ile köprü diyot grubu arasında bağlantı yapılarak LiPo bataryaya şarj ped’i üzerinden güç verecek devre oluşturulmuştur. Köprü diyot grubuna bağlanan ve İHA’nın bacalarına yerleştirilen bakır konnektörlerin, şarj ped’ine teması halinde güç aktarımı gerçekleştirilerek BMS kartı aracılığıyla LiPo bataryanın balanslı bir şekilde şarj edilmesi sağlanacaktır.



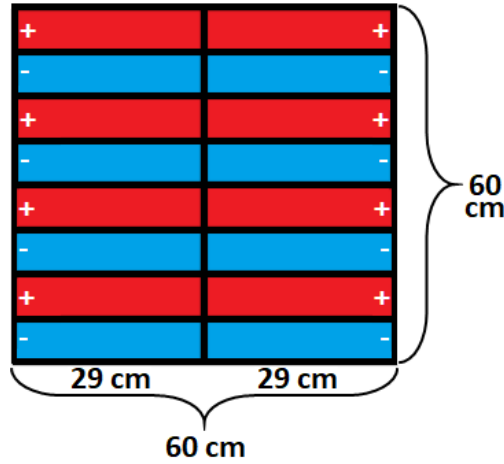
Şekil 1. Geliştirilen Şarj Sistemi Blok Diyagramı

A. Şarj Ped'i Tasarımı

Şarj ped'i ile ilgili yapılan tasarım çalışmalarındaki ana fikir, İHA'nın şarj ped'i üzerine her ne şekilde inerse insanın şarj işleminin doğru biçimde yapılmasıydı. Bu bağlamda farklı prototip çalışmaları araştırılmış ve son tasarım çalışması gerçekleştirilmiştir. Şekil 2’de tasarlanan ped’in bilgisayar ortamındaki çizimi ve gösterilmiştir. Ped üzerinde sırasıyla “+”, pozitif” ve “-”, negatif” güç hatları bulunmaktadır. Bu hatlar arasında yalıtılmış bölgeler bulunmaktadır.

Geliştirilen ped aracılığıyla, iniş esnasında meydana gelebilecek yanlış hizalanmalardan ötürü yaşanacak her türlü sorunun engellenmesi sağlanmaktadır. Bu durum dış mekânlarda yapılacak uçuşlarda büyük bir öneme sahiptir. Çünkü dış ortamlardaki çevre koşullarında meydana gelebilecek değişiklikler ve iniş sistemlerinde meydana gelebilecek aksaklıklardan ötürü planlanan iniş hassaslığı yapılamaz. Bu sebeple her ne şekilde iniş işlemi yapılırsa yapılsın şarj işleminin yapılabilmesi gerekmektedir. Tasarlanan şarj ped'i, herhangi bir kilitleme ihtiyacı

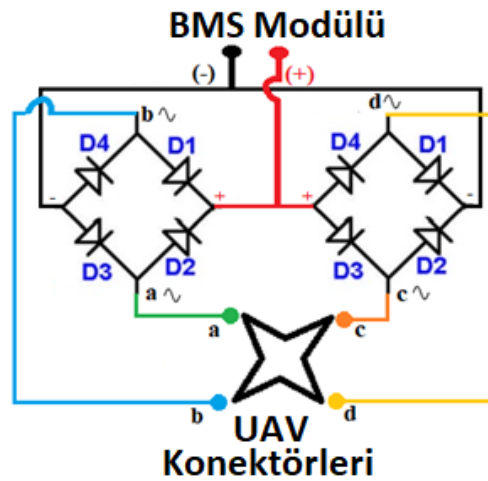
olmadan ya da insan eli değmeden İHA'ların otomatik olarak şarj edilebilmesine imkân sağlanmaktadır.



Şekil 2. Şarj Ped'inin Tasarımı

B. Şarj Devresinin Tasarımı

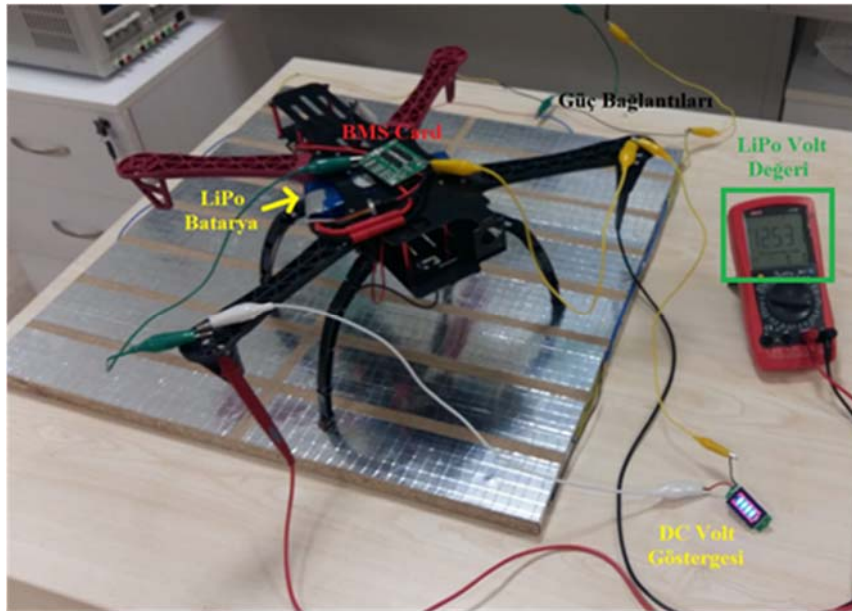
Şarj sisteminin çalışma yapısı şu şekildedir; İHA'nın ayaklarına bağlı dört bakır konektör ile şarj pedi arasında temas olması durumunda enerji akışı başlar. Bakır konektörler, İHA üzerindeki köprü diyot grubuna bağlanmıştır. Enerji, bakır konektörler vasıtasıyla köprü diyot grubuna geçer. Köprü diyotlarının (iki parça) ve bakır konektörlerin bağlantı şeması Şekil 3'te gösterilmiştir. Her iki diyotta da dört pim (iki AC girişi, -, +) vardır. Diyotların üzerindeki güç pimleri birbirlerine bağlanırken, dört adet AC giriş terminali (a, b, c, d) de bakır konektörlere bağlanır. AC giriş terminaleri üzerinden enerji akışı sağlanmaktadır. AC enerjinin bir kutbu olmadığı için, AC giriş terminaleri sayesinde herhangi bir yanlış inişten dolayı oluşabilecek kısa devre risklerinin önüne geçilmektedir. Diyot köprülerinden gelen enerji, LiPo pillerin dengeli şarjı için kullanılmak üzere BMS kartına verilir.



Şekil 3. Köprü Diyotların Bağlantı Grafiği

TABLO 1
ŞARJ DURUMLARININ TESPİTİ

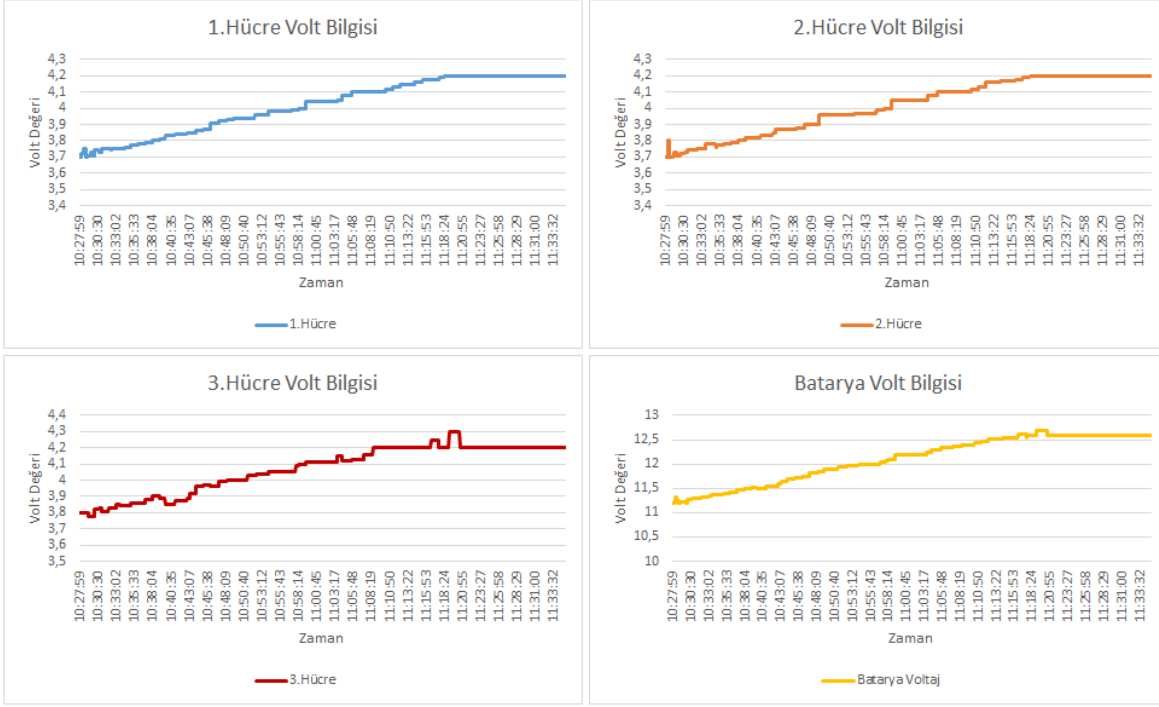
Test	Konektör A	Konektör B	Konektör C	Konektör D	Şarj Durumu
1	-	-	-	-	×
2	-	-	-	+	√
3	-	-	+	-	√
4	-	-	+	+	√
5	-	+	-	-	√
6	-	+	-	+	√
7	-	+	+	-	√
8	-	+	+	+	√
9	+	-	-	-	√
10	+	-	-	+	√
11	+	-	+	-	√
12	+	-	+	+	√
13	+	+	-	-	√
14	+	+	-	+	√
15	+	+	+	-	√
16	+	+	+	+	×



Şekil 5. Şarj Ped'i ile LiPo Bataryasının Şarj Edilmesi

Şarj işlemi sırasında LiPo bataryasının hücrelerindeki voltaj bilgileri Şekil 6'da verilmiştir. Şekilde, sırasıyla LiPo bataryasının 1., 2. ve 3. hücrelerindeki voltaj değerleri ve toplam voltaj

değeri verilmiştir.



Şekil 6. LiPo Batarya Şarj Grafikleri

IV. SONUÇ

İHA'larda kullanılan enerji kaynaklarının sahip oldukları güç kapasitesi nedeniyle İHA'ların uçuş süreleri kısadır. Daha uzun çalışma süreleri uçuşlar için bataryaların periyodik olarak değiştirilmesi veya şarj edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, İHA bataryasının şarj edilmesi veya değiştirilmesi gibi pek çok şarj istasyonu uygulaması yapılmıştır. Bu istasyonlarda, insan eli değmeden ve otonom olarak İHA bataryaları şarj edilmekte veya değiştirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, İHA bataryalarının şarj edebilmek amacıyla bir şarj ped'i geliştirilmiştir. Şarj işlemlerinde, şarj ped'i ve İHA arasında herhangi bir kilitlenme mekanizması veya bağlantısına gerek duyulmamaktadır. Şarj ped'i, İHA'nın iniş yönüne bakılmaksızın şarj işlemini gerçekleştirebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede iniş esnasında meydana gelebilecek yanlış hizalanmalardan ötürü yaşanacak her türlü sorunun engellenmesi sağlanmaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan testlerde, İHA bataryasının şarj ped'i aralığıyla şarj edilmesi ve şarj sırasında batarya voltaj bilgilerinin takibi yapılmıştır. Şarj ped'i ile İHA üzerindeki bakır konektörlerin temasına bağlı olarak gerçekleştirilen enerji akışına yönelik test işleminde, %87.5'lik bir başarı elde edilmiştir. Bu test işlemi sonucunda geliştirilen şarj ped'inin şarj işlemlerinde kullanılabilirliği görülmüştür.

V. TEŞEKKÜR

Yazarlar, 2017-02.BŞEÜ.03-05 no'lu proje kapsamında Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi'nin verdiği desteği için teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- [1] M. Tahir, S.I. Ali-Shah, Q. Zaheer, "Aircraft system design for an anti-terrorist unmanned aerial vehicle," International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET), pp. 1-8, 2018.
- [2] R. Padam, J. Malhotra, "Secure techniques for the UAV networks: A review," International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON), pp. 485-488, 2018.
- [3] C. Stöcker, R. Bennett, F. Nex, M. Gerke, J. Zevenbergen, "Review of the current state of UAV regulations," Remote Sensing vol. 9, pp. 33-35, 2017.
- [4] S. Hayat, E. Yanmaz, R. Muzaffar, "Survey on Unmanned Aerial Vehicle Networks for Civil Applications: A Communications Viewpoint," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, pp. 2624-2661, 2016.
- [5] A.S. Vempati, M. Kamel, N. Stilinovic, Q. Zhang, D. Reusser, I. Sa, J. Nieto, R. Siegwart, P. Beardsley, "PaintCopter: An autonomous UAV for spray painting on three-dimensional surfaces," IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 3, pp. 2862-2869, 2019.
- [6] A. Rohan, M. Rabah, S.H Kim., "Convolutional Neural Network-Based Real-Time Object Detection and Tracking for Parrot AR Drone 2," IEEE Access, vol. 7, 69575-69584, 2019.
- [7] S.H. Horstrandx, R. Guerra, A. Rodriguez, M. Diaz, S. Lopez, J.F. Lopez, "A UAV Platform Based on a Hyperspectral Sensor for Image Capturing and On-Board Processing," IEEE Access, vol. 7, 66919-66938, 2019.
- [8] C. Liu, S. Zhang, A. Akbar, "Ground Feature Oriented Path Planning for Unmanned Aerial Vehicle Mapping," IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 12, 1175-1187, 2019.
- [9] E.T. Alotaibi, S.S. Alqefari, A. Koubaa, "LSAR: Multi-UAV Collaboration for Search and Rescue Missions," IEEE Access, vol. 7, 55817-55832, 2019.
- [10] T. Bai, J. Wang, Y. Ren, L. Hanzo, "Energy-efficient computation offloading for secure uav-edge-computing systems," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, pp. 6074-6087, 2019.
- [11] A. Legowo, E. Sulaeman, D. Rosli, "Review on System Identification for Quadrotor Unmanned Aerial Vehicle UAV," In:2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), pp. 1-8, 2019.
- [12] H. Shakhathreh, A.H. Sawalmeh, A. Al-Fuqaha, Z. Dou, E. Almaita, I. Khalil, S.N. Othman, A. Khreishah, M. Guizani, "Unmanned Aerial Vehicles UAVs: A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges," IEEE Access, vol. 7, pp. 48572-48634, 2019.
- [13] L. Gupta, R. Jain, G. Vaszkun, "Survey of Important Issues in UAV Communication Networks," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, pp. 1123-1152, 2016.
- [14] [14] F. Morbidi, R. Cano, D. Lara, "Minimum-energy path generation for a quadrotor UAV," In:2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), pp. 1492-1498, 2016.
- [15] C. Tommaso, S. Cruciani, M. Feliziani, "Wireless Power Transfer Technology Applied to an Autonomous Electric UAV with a Small Secondary Coil," Energies, vol. 11, pp. 1-15, 2018.

- [16] B.G. Carkhuff, P.A. Demirev, R. Srinivasa, "Impedance-Based Battery Management System for Safety Monitoring of Lithium-Ion Batteries," IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 65, pp. 6497-6504, 2018.