جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الطاقات الكهربائية المتجددة

تصميم وتنفيذ نظام توليد كهربائي لهاضم حيوي
Design and Implementation of an Electrical Generation System for A Biogas Digester

المهندس محمد سعيد عبد الله عبد السميع

الدكتور المشرف : رائد الشرع

الملخص

يتزايد الاهتمام بتوفير مصادر الطاقة المستدامة والمتجددة؛ لتلبية الاحتياجات المتزايدة للكهرباء. من بين هذه المصادر، يأتي الهضم الحيوي كوسيلة فاعلة وبيئية لتوليد الطاقة الكهربائية. يتيح الهضم الحيوي استخدام مخلَّفات الكتلة الحيوية، مثل : البقايا الزراعية والمخلَّفات العضوية؛ لإنتاج الغاز الحيوي والطاقة.
تمثل دراسة عملية الهضم الحيوي وتنفيذها تحدياً مهماً في مجال توليد الطاقة. يهدف هذا البحث إلى استكشاف أسس الهضم الحيوي ومفاهيمه وتحليل العمليات الحيوية والميكروبية التي تتم في الهواضم. كما يُلقي الضوء على العوامل المؤثرة في نجاح هذه العمليات والأساليب المستخدمة لتحسين أدائها.
يتم تحقيق الهضم الحيوي من خلال تفاعل معقدٍ للميكروبات في بيئة لاهوائية. ينتج هذا التفاعل غاز البيوغاز والذي يمكن استعماله وقوداً لتشغيل محركات الاحتراق الداخلي وتوليد الكهرباء. يعتمد أداء الهضم الحيوي على عدد من العوامل، مثل : درجة الحرارة والرطوبة وتوازن البكتيريا المعوية.
يوضِّح البحث الأسسَ والنظريات التي تقوم عليها دراسة الهضم الحيوي، منها الأسس البيولوجية والكيميائية والفيزيائية. يتناول البحث أيضًا تحليل العوامل التي تؤثر في نجاح هذه العمليات، مثل : توازن النيتروجين والكربون ونسبة الرطوبة المناسبة.
تعزّز عمليةُ الهضم الحيوي من استدامة البيئة والاقتصاد والاجتماع في عدد من الجوانبَ البيئية : يقلل الهضم الحيوي من انبعاثات الغازات الدفيئة، ويقلل من التلوث البيئي. من الجوانبَ الاقتصادية : يقدم الهضمُ الحيوي فرصًا لتوليد الكهرباء، ويقلل تكاليف التخلُّص من المخلَّفات. ومن الجوانبَ الاجتماعية : يُسهم الهضمُ الحيوي في تحسين حياة السكان في المناطق الريفية والنائية من خلال توفير الكهرباء وتشغيل المعدات.

القسم النظري

يتضمن القسم الإطار النظري للبحث والدراسة المرجعية التي تعرض آخر الأبحاث التي تمت عن انتاج الغاز الحيوي من الهواضم الحيوية وكيفية استخدامه وتوليد الكهرباء منه،
وسُلِّط الضوء على مفهوم الهضم الحيوي ، وكيفية تحويل المواد العضوية إلى غاز حيوي وطاقة كهربائية. تم استعراض أهمية هذه التقانة كبديل مستدام لإنتاج الطاقة ؛ مع التركيز على تقليل الانبعاثات الضارة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
بعد ذلك، قُدمِّ تفصيلٌ شاملٌ للمكونات الرئيسة لنظام توليد الكهرباء من الهضم الحيوي. حُلِّل كل مكون من هذه المكونات ؛ بدءًا من الهاضم الحيوي ؛ وصولاً إلى المولِّد الكهربائي. تم سُلِّط الضوء على التفاعلات والعمليات الحيوية التي تحدث في كل مرحلة ، وكيفية تحويل الغاز الحيوي إلى طاقة كهربائية.

القسم العملي

قُدِّم القسم العملي نموذجٌ مقترحٌ باستخدام بيئة Simulinkلتمثيل النظام. فُصِّلت المعادلات والمعاملات المستخدمة في النموذج ، وكيفية تكامل المكونات معًا لتحقيق توليد الكهرباء بفاعلية.
نفِّذت ايضاً تجربة العملية ، وكانت عبارة عن تصميم ونظام هجين بين الهاضم الصيني والهندي والذي بيَّن في هذا القسم كيفية حساب انشائه وطرائق البناء على أسس علمية معتمدة وأيضاً رُكِّز علي كيفية تخزين الغاز الحيوي الناتج من الهواضم الحيوية وطرائق تنقية الغاز من الشوائب الغازية والمائية لتناسب المولِّدات الكهربائية ومن ثم كيفية تعديل المولِّدات الكهربائية لتناسب الوقود الرديف عن الوقود الأحفوري وبعد أنّ أصبح النموذج جاهز للتجربة تم تشغيل علي حمل 1 كيلو واط ولمدة ساعة واحدة مع وبدون الغازي الحيوي وتم أخذت القراءات والقياسات المناسبة لتوليد الكهرباء.
وضحت نتائج الموديل في بيئة Simulinkلتمثيل النظام من ثم، تم تحليل ومناقشة النتائج المتحققة من النموذج المقترح. تم التركيز على كفاءة تحويل الطاقة، تأثير التغيرات في المعاملات على أداء النظام، وكيفية تحسينه لتحقيق أقصى إنتاجية وكفاءة.

النتائج

نتائج الموديل الحاسوبي:

نُفِّذ نموذجُ الهاضم مع المولِّد الكهربائي على برنامج الماتلاب MATLAB، إذ شُغِّل النموذج بوجود حمولة مختلطة 1000 واط + 500 فار؛ إذ شُغِّل النموذجُ ورُوقِب العزمُ الناتجُ من المايكرو توربين والجهد والتيار المغذِّي للحمولة. حيث ظهر العزم الناتج من المايكروتوربين ، وايضاً منحني الجهد والتيار مطابق على الحمولة.

نتائج الموديل العملي:

غُذِّيَ الهاضم الحيوي بكمية ركيزة من روث الحيوانات ، وأيضاً بكمية من الماء بنسبة 1:1 ، تُرِك الهاضم لمدة 15 يوماً ؛ لتتم عملية التخمير الأولية المثلى ، وقد كان الناتج هو 8م^3 من الغاز الحيوي. وقد تبين أنّ النسبة المستهلكة من مادة الديزل هي 1 لتر ديزل في فترة الزمية 1 , بعد أنّ تم الأنتهاء من معرفة الكمية المستهلكة من مادة الديزل تم توصيل الغاز الحيوي عن طريق وصلة الأنفنتوري ، ذلك لتسهيل دخول الغاز المضغوط والمنقّى أيضاً من الشوائب ، وأيضاً على حمل 1 كيلو واط ، شُغلّت المولّدة لمدة ساعة أيضاً
تبين أنّ الكمية المستهلكة من مادة الديزل هي 0.2 لِتر و1 متر مكعب من الغاز الحيوي في 1 ساعة.

المراجع

1-Sanni, S., Ibrahim, M., Mahmud, I., & Olusuyi, K. (2019). Potential of off-grid solar PV/Biogas power generation system: Case study of Ado Ekiti Slaughterhouse. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/338855041_Potential_of_Off-grid_Solar_PVBiogas_Power_Generation_System_Case_Study_of_Ado_Ekiti_Slaughterhouse
2- Saeed, M. A., Fawzy, S., & El-Saadawi, M. M. (2018). Modeling and simulation of biogas-fueled power system. International Journal of Green Energy, 16(2), 125–151. https://doi.org/10.1080/15435075.2018.1549997
3- Ogur, E. O. (2013). Design of a biogas generator. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/272041126_Design_of_a_Biogas_Generator?enrichId=rgreq-8c26363bc2e8324e11ef20c804f27ec4-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3MjA0MTEyNjtBUzoxOTUyMTIyNzkzMjQ2ODZAMTQyMzU1MzY0MjgxNA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf
4- Mukumba, P., Makaka, G., Mamphweli, S., & Misi, S. N. (2013). A possible design and justification for a biogas plant at Nyazura Adventist High School, Rusape, Zimbabwe. Journal of Energy in Southern Africa, 24(4), 12–21. https://doi.org/10.17159/2413-3051/2013/v24i4a3141
5- Chakrasali, R. L., N, N. H., Sheelavant, V. R., & Shalavadi, B. S. (2012). Simulation and study of standalone hybrid grid (involving biogas, solar, wind and biodiesel - based generation). ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/289102284_Simulation_and_study_of_standalone_hybrid_grid_involving_biogas_solar_wind_and_biodiesel_-based_generation.
6-Ajenikoko, G. A., Araoye, T. O., Aguda, O. O., Owolabi, S. F., & Olushola, A. O. (2018). Development of a general hybridized optimization model for biogas and solar PV renewable energy system designs. European Journal of Engineering and Technology Research, 3(5), 82–86. https://doi.org/10.24018/ejeng.2018.3.5.747
7-Chipo Shonhiwa, University of Udine, Department of Agricultural and Environmental Sciences, Via delle Scienze, 208, 33100 Udine, Italy.
8- Cucchiella F, D'Adamo I, GastaldiM(2019) An economic analysis of biogas-biomethane chain from animal residues in Italy. J Clean Prod 230:888–897. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.116.