

ความเหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กกับท่อประปาบ้านสำหรับการจ่ายไฟฟ้า

Feasibility of Small Hydropower Generators with Water Pipes for Electricity Generation

อติปตย์ จันทรีดี¹

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร¹

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

E-mail: atip@mut.ac.th¹

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอการศึกษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กโดยติดตั้งกับท่อประปาสำหรับจ่ายไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตมาใช้ประโยชน์ โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนพลังงานจลน์จากกังหันเป็นต้นกำลังเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอเปรียบเทียบการทดสอบกับแรงดันน้ำใช้งานออกเป็นสองรูปแบบ คือ แรงดันจากปั้มน้ำในแนวราบ และจากแรงดันน้ำอาคารแนวตั้ง โดยขนาดพิกัดกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำที่ใช้มีขนาด 36 วัตต์ 18 โวลต์

คำสำคัญ: เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก, น้ำประปา

Abstract

This article presents a study of a small-scale hydropower generator integrated with domestic water pipes for electricity generation. The primary objective is to investigate the feasibility of utilizing the produced electrical

energy. This is achieved by converting the kinetic energy from a turbine into mechanical power, which then drives a DC generator to produce electrical energy. This research compares experimental results obtained from two operational water pressure configurations: horizontal pressure from a water pump and vertical pressure from a building's water supply. The hydropower generator used in this study has a rated capacity of 36 watts at 18 volts.

Keywords: DC Hydroelectric Generator, Water Piping

1. บทนำ

ทางผู้จัดทำมีความสนใจในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ โดยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้พลังงานจากน้ำจึงมีความคิดที่จะใช้พลังงานกลจากน้ำเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้านำมาเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาดไม่มีมลพิษที่นอกเหนือจากการใช้เซลล์แสงอาทิตย์จากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยพลังงานน้ำเป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานทดแทนที่มากด้วยประสิทธิภาพ และความเหมาะสมในการนำมา

ประยุกต์ใช้ โดยเริ่มศึกษาพลังงานน้ำที่มีขนาดเล็ก ก่อน โดยไม่มีความสลับซับซ้อน ราคาในการสร้างผลิตภัณฑ์จากพลังงานน้ำ ขนาด 36 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 18 โวลต์ จึงมีความเหมาะสมแก่การนำมาศึกษาซึ่งสามารถประดิษฐ์ได้ง่าย ใช้เงินลงทุนต่ำไม่ยุ่งยากในการติดตั้งและสามารถควบคุมดูแลระบบได้โดยครัวเรือนชนบท

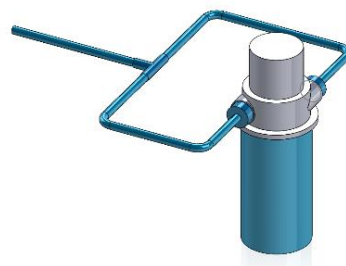
ดังนั้นพลังงานน้ำจึงเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยเฉพาะการใช้งานในครัวเรือนหรือชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ใกล้แม่น้ำ ลำธาร หรือสายน้ำ ช่วยลดค่าใช้จ่ายบางส่วนที่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ สามารถผลิตไฟฟ้ามาทดแทนจากการใช้ไฟฟ้าบางส่วนได้

2. การดำเนินงานวิจัย

บทความฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นงานจริงและการทดสอบจริงตามการใช้งานจริงและทดสอบรูปแบบการนำไหลทางแนวราบและแนวตั้ง โดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DC Hydroelectric Generator) ขนาดเล็กติดตั้งที่ปลายท่อน้ำ และวัดสัญญาณทางไฟฟ้าที่ผลิตมา เพื่อเก็บผลค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ โดยรูปแบบการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กกับท่อน้ำเข้าและออก ดังรูปที่ 1

การเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับแรงดันและอัตราการไหลของน้ำ รวมถึงความสามารถในการสร้างไฟฟ้าออกมาให้สามารถจ่ายภาระไฟฟ้าได้ จึงได้เลือก กังหันแบบ Turgo ซึ่งเป็นกังหันน้ำแบบแรงกระตุ้นใช้กับเครื่อง

กำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 2 และข้อมูลพิกัดดังตารางที่ 1



รูปที่ 1 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กกับท่อน้ำประปา



รูปที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า DC Hydro Generator

ตารางที่ 1 พิกัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า DC Hydro Generator

Model	SJ18A
แรงดันไฟฟ้า (V)	18 V
กระแสไฟฟ้า (A)	2 A
กำลังไฟฟ้า (W)	36 W

2.1 การออกแบบและการทดสอบ

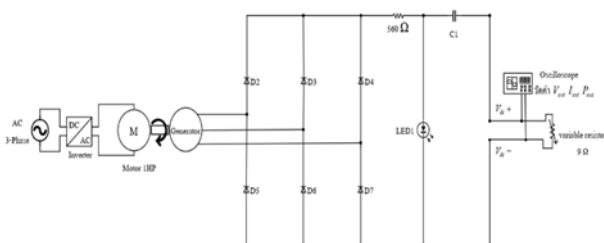
การออกแบบชุดทดสอบต้องคำนึงถึงลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ โดยการออกแบบทางด้านเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เลือกใช้ท่อน้ำขนาด 25 มิลลิเมตร ต่อด้วยท่อน้ำขนาด 40 มิลลิเมตร และลดขนาดของท่อน้ำมาที่ 18 มิลลิเมตร เพื่อให้มีแรงดันที่มากขึ้น และสามารถทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ มีแรงดันน้ำเข้ามากขึ้น จึงสามารถทำ

ให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้นตาม และสามารถใช้งานกับภาระไฟฟ้าได้ โดยการออกแบบนั้นจะไม่ทำให้น้ำมีความยาวมากเกินไป เพราะจะทำให้ น้ำมีการสูญเสียในท่อมากขึ้น จึงออกแบบให้มีความเหมาะสมกับการทดสอบให้มากที่สุด

ในแนวทางในการทดสอบ จะทำการเปิดวาล์ว ซึ่งวาล์วจะมีหน้าที่ในการปรับแรงดันน้ำทางด้าน อินพุต เพื่อให้ น้ำผ่านเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ (Flow Meter) เพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำ และเมื่อ น้ำเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ นั้นจะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำเริ่มทำงานผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้งานต่างๆ เช่น ทดสอบขณะมีภาระไฟฟ้า การทดสอบจากน้ำไหลแนวตั้ง และการทดสอบจากน้ำไหลแนวระนาบ

3. ผลการทดสอบ

3.1 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



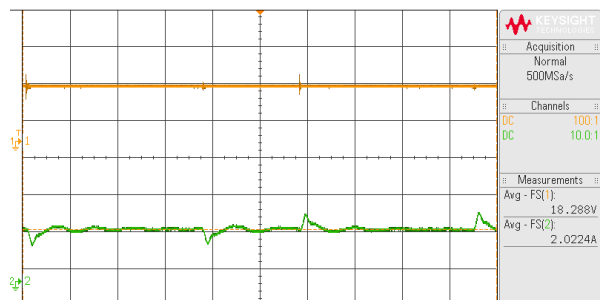
รูปที่ 3 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะมีภาระไฟฟ้า

การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะจ่ายภาระไฟฟ้า 9 โอห์ม โดยการปรับความเร็วรอบตัวขับเคลื่อน กำลังด้วยอินเวอร์เตอร์ (Inverter) โดยเริ่มความเร็วรอบตั้งแต่ 100 จนถึง 1,500 รอบต่อวินาที ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบที่ปรับอยู่ที่ 0.3-1 โวลต์ และค่ากระแสที่ได้เฉลี่ยอยู่ที่ 0.2 ถึง

0.5 แอมป์ เมื่อปรับความเร็วรอบที่ 1,500 รอบต่อวินาที จึงสามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มพิกัดจะได้แรงดันไฟฟ้าที่ 18 โวลต์ กระแสไฟฟ้าไฟฟ้า 2 แอมป์ ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 36 วัตต์ และจากการทดสอบเพื่อหาค่าความไม่เรียบของการใช้วงจรเรียงกระแสและจ่ายภาระไฟฟ้าที่ 9 โอห์มนั้น พบว่าค่าสูงกว่าปกติมีผลทำให้มีสัญญาณรบกวนเล็กน้อยและมีประสิทธิภาพลดลง



รูปที่ 4 การทดสอบขณะมีภาระไฟฟ้า 9 โอห์ม (36 วัตต์)



รูปที่ 5 สัญญาณแรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านขาออก ขณะความเร็วรอบ 1,500 rpm

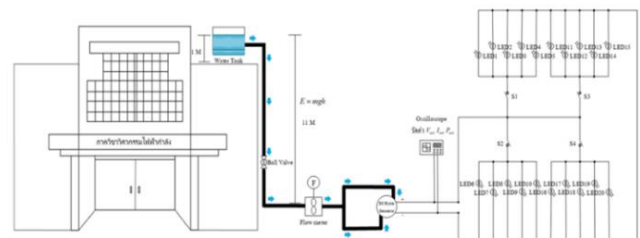
ตารางที่ 2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะมีภาระไฟฟ้า 9 โหลด (36 วัตต์)

ความเร็ว รอบ (rpm)	แรงดันไฟฟ้า (volt)	กระแสไฟฟ้า (amp)	กำลังไฟฟ้า (watt)
100	0.62	0.08	0.05
150	1.31	0.14	0.19
200	1.96	0.20	0.40
250	2.69	0.26	0.71
300	3.37	0.39	1.32
350	3.99	0.45	1.79
400	4.69	0.53	2.50
450	5.36	0.57	3.05
500	6.13	0.69	4.26
550	6.86	0.74	5.10
600	7.23	0.80	5.81
650	8.15	0.87	7.09
700	8.82	0.95	8.41
750	9.26	1.04	9.63
800	10.09	1.08	10.89
850	10.63	1.52	16.15
900	11.43	1.28	14.63
950	11.83	1.30	15.37
1,000	12.41	1.37	17.00
1,050	13.00	1.45	18.85
1,100	13.71	1.49	20.42
1,150	14.49	1.60	23.18
1,200	14.91	1.66	24.75
1,250	15.76	1.72	27.10
1,300	16.44	1.83	30.08
1,350	16.86	1.85	31.19
1,400	17.55	1.94	34.04
1,450	17.92	1.96	35.12
1,500	18.28	2.02	36.92

จะพบว่า การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะมีภาระไฟฟ้า 9 โหลด ดังตารางที่ 2 นั้น การปรับความเร็วรอบต้นกำลังเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นตาม และจะสูงสุดที่ความเร็วรอบที่ 1500 รอบต่อนาที จะได้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดที่ 36.92 วัตต์ ณ แรงดันไฟฟ้า 18.28 โวลท์ และกระแสไฟฟ้า 2.02 แอมป์

3.2 การผลิตไฟฟ้าจากน้ำไหลแนวตั้ง

การทดสอบการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการปล่อยน้ำจากถังเก็บ ระยะเวลาสูง 11 เมตร แล้วปล่อยน้ำให้ไหลลงไปยังชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขณะจ่ายภาระไฟฟ้าเป็นชุดหลอดไฟจำนวน 4 ชุด (ชุดละ 5 หลอด หลอดไฟมีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 5 วัตต์) จะมีภาระกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 20 วัตต์ ทำการทดสอบและบันทึกผลการทดสอบ ดังรูปที่ 6 และผลดังตารางที่ 3



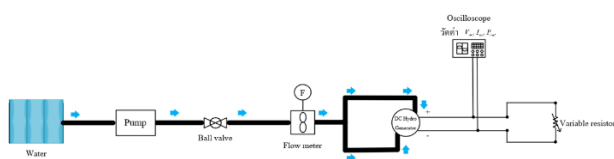
รูปที่ 6 วงจรการทดสอบของหลอดไฟแบบหลอด LED 4 ชุด

ตารางที่ 3 การทดสอบภาระไฟฟ้าโดยชุดหลอดไฟ LED 4 ชุด

จำนวน ชุด หลอดไฟ	กำลังไฟฟ้า ขาเข้า (watt)	อัตราการ ไหลของน้ำ (l/min)	ความเร็ว รอบ (rpm)	แรงดัน ไฟฟ้า (volt)	กระแส ไฟฟ้า (amp)	กำลัง ไฟฟ้า (watt)	ค่า ประสิทธิภาพ (percent)
0	45.59	26.7	1,391	26.66	0	0	0%
1	45.59	26.7	1,201	20.44	0.16	3.27	7.17%
2	45.59	26.7	1,132	18.65	0.23	4.29	9.41%
3	45.59	26.7	1,090	17.80	0.26	4.63	10.15%
4	45.59	26.7	1,061	17.10	0.29	4.96	10.88%

3.3 การผลิตไฟฟ้าจากน้ำไหลแนวราบ

การทดสอบการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ นั้นสามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ ทำให้ทราบถึงความสามารถในการกำลังการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดที่สามารถผลิตไฟฟ้าและจ่ายภาระไฟฟ้าได้สูงสุด โดยก่อนที่จะทำการทดสอบเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้นั้น แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จะอยู่ที่ 7 ถึง 20 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจะอยู่ที่ 0.4 ถึง 0.9 แอมป์ และได้ค่ากำลังไฟฟ้าจะอยู่ที่ 10 วัตต์ แต่เมื่อทำการทดสอบด้วยการปรับค่าความต้านทานเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้นั้น ค่าแรงดันไฟฟ้าจะอยู่ที่ 16 ถึง 17 โวลต์ และ กระแสไฟฟ้า 0.61 ถึง 0.65 แอมป์ ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดจะอยู่ที่ 10.63 วัตต์



รูปที่ 7 วงจรการทดสอบภาระไฟฟ้าด้วยตัวต้านทานแบบปรับค่าได้

ตารางที่ 4 การทดสอบภาระไฟฟ้าด้วยตัวต้านทานแบบปรับค่าได้

ค่าความต้านทานที่ปรับ (ohm)	อัตราการไหลของน้ำ (l/min)	ความเร็วรอบ (rpm)	แรงดันไฟฟ้า (volt)	กระแสไฟฟ้า (amp)	กำลังไฟฟ้า (watt)
64.8	26.7	1,184	20.51	0.47	9.64
32.4	26.7	992	16.1	0.66	10.63
21.6	26.7	863	13.11	0.77	10.09
16.2	26.7	765	11.02	0.86	9.48
12.9	26.7	693	9.28	0.9	8.35
10.8	26.7	648	8.38	0.94	7.88
9.2	26.7	603	7.3	0.96	7.01



รูปที่ 8 การทดสอบภาระไฟฟ้าด้วยตัวต้านทานแบบปรับค่าได้

4. สรุป

จากการทดสอบการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ (DC Hydro Generator) นั้นสามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ การทดสอบเพื่อให้ทราบถึงกำลังการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำนั้น สามารถผลิตไฟฟ้าและจ่ายภาระไฟฟ้าได้ โดยก่อนที่จะจ่ายโหลดการทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จะอยู่ที่ 7 ถึง 20 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจะอยู่ที่ 0.4 ถึง 0.9 แอมป์ และได้ค่ากำลังไฟฟ้าจะอยู่ที่ 10 วัตต์ และเมื่อทำการทดสอบด้วยการปรับค่าความต้านทานเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้นั้น ค่าแรงดันไฟฟ้าจะอยู่ที่ 16 ถึง 17 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.61 ถึง 0.65 แอมป์ และได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดจะอยู่ที่ 10.63 วัตต์ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์นี้ เช่น การชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ โดยการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กนี้ที่ท่อประปาอาจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ขณะเกิดการไหลของน้ำ เช่น ขณะที่รดน้ำพืชสวน หรือ บริเวณที่ไม่มีไฟฟ้าได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley Jr., Stephen D. Umans; Electric Machinery; McGraw-Hill Book, 2003.
- [2] Stephen J. Chapman; Electric Machinery Fundamentals; McGraw-Hill Book Co., 1999.
- [3] Addy Wahyudie, Tri B. Susilo, Syed S. Jehangir; Design of a 100 W mini permanent magnet linear generator for wave energy converter system; 2018 5th International Conference on Renewable Energy: Generation and Applications (ICREGA)., 2018
- [4] Soner Celikdemir; Mehmet Ozdemir; Permanent Magnet Synchronous Generator Wind Power Plant Study; 2019 4th International Conference on Power Electronics and their Applications (ICPEA)