

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

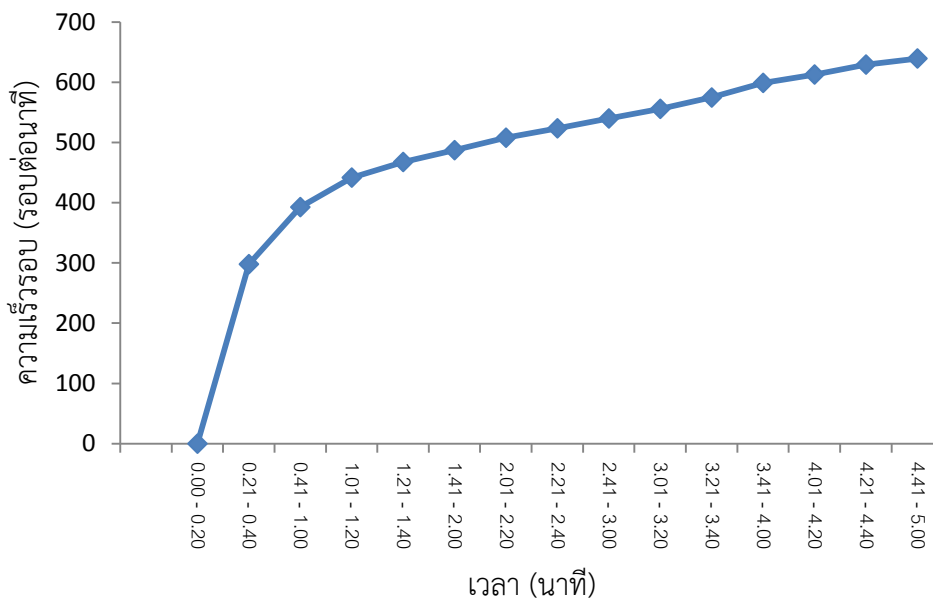
ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงมีรูปแบบในการทดลอง คือ เริ่มวัดค่าอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องแล้วให้ความร้อนแก่กระบอกสูบร้อนแล้วทำการวัดค่าอุณหภูมิ วัดค่าความเร็วรอบ วัดค่าแรงดันไฟฟ้า วัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยจะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากค่าต่างๆ ทุก 20 วินาที การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ กรณีที่ไม่มีการต่อโหลดให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและกรณีมีการต่อโหลดให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีที่มีการต่อโหลดให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งทำการทดสอบ 10 ครั้ง สรุปผลทดสอบดังตารางที่ 4.1- ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความเร็วรอบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีที่ไม่มีการต่อโหลด

เวลา (นาทีก)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)										เฉลี่ย
	ครั้งที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.00 - 0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.21 - 0.40	600	200	380	231	259	250	300	245	255	260	298.0
0.41 - 1.00	630	430	551	415	359	278	320	356	298	290	392.7
1.01 - 1.20	637	533	592	500	422	356	334	390	332	321	441.7
1.21 - 1.40	645	545	604	556	435	389	348	402	376	376	467.6
1.41 - 2.00	644	565	627	580	468	415	356	409	421	387	487.2
2.01 - 2.20	657	583	637	600	498	426	387	432	458	401	507.9
2.21 - 2.40	654	593	640	615	521	438	411	465	486	412	523.5
2.41 - 3.00	653	601	646	626	534	456	435	498	505	444	539.8
3.01 - 3.20	654	602	649	635	546	478	456	521	539	478	555.8
3.21 - 3.40	660	610	647	635	578	529	467	554	563	503	574.6
3.41 - 4.00	659	613	648	640	594	543	588	589	587	528	598.9
4.01 - 4.20	650	617	646	642	621	567	598	609	602	576	612.8
4.21 - 4.40	642	613	641	641	643	623	634	623	618	615	629.3
4.41 - 5.00	646	607	637	641	645	642	644	645	644	643	639.4

จากตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่า ความเร็วรอบที่เวลา 4.01 นาที เป็นต้นไป รอบของเครื่องยนต์จะเริ่มคงที่ ที่ความเร็วรอบประมาณ 612.8 รอบต่อนาที เมื่อนำไปเขียนเป็นกราฟแสดงแนวโน้มจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1

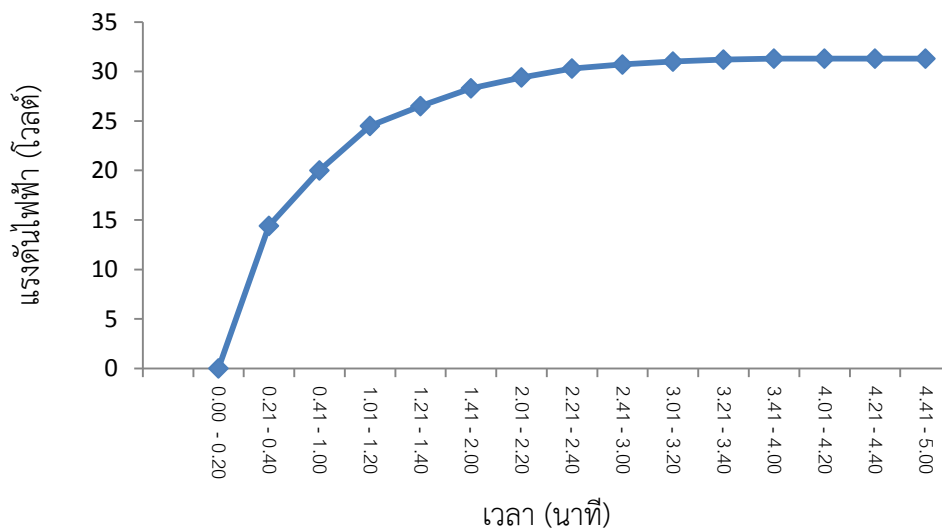


รูปที่ 4.1 ความเร็วรอบกับเวลากรณีที่ไม่มีการต่อโหลด

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีที่ไม่มีการต่อโหลด

เวลา (นาฬิกา)	แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)										เฉลี่ย
	ครั้งที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.00 - 0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.21 - 0.40	30	10	10	12.4	13.5	12.2	18.5	12.1	12.3	12.5	14.4
0.41 - 1.00	31	24	20.9	19.9	15.3	18.3	20.4	15.8	16.9	17.9	20.0
1.01 - 1.20	31.7	26.1	29	24.4	23.5	22.5	24.3	19.4	23.7	20.1	24.5
1.21 - 1.40	31.8	27.7	30	27.5	25.5	24.5	27.5	23.7	26.4	20.4	26.5
1.41 - 2.00	31.9	28.6	31	28.4	27.2	29.4	29.3	24.9	29.1	22.7	28.3
2.01 - 2.20	32.5	29.1	31.6	30.4	30.1	29.8	29.7	26.8	29.6	24.1	29.4
2.21 - 2.40	32.2	29.5	31.7	31.1	30.2	30	31.1	28.6	30.1	28.5	30.3
2.41 - 3.00	32.1	29.8	32	31.2	30.5	30.2	31.3	29.5	30.5	29.6	30.7
3.01 - 3.20	32.6	30.1	32.1	31.4	30.7	30.7	31.3	30.2	30.8	30.4	31.0
3.21 - 3.40	32.6	30.2	32.1	31.4	31.1	31	31.3	30.7	31	30.8	31.2
3.41 - 4.00	32.5	30.3	32.7	31.4	31.1	31.2	31.4	31.1	31.1	31.1	31.3
4.01 - 4.20	32.1	30	32	31.6	31.2	31.2	31.4	31.1	31.2	31.2	31.3
4.21 - 4.40	31.8	29.8	31.6	31.6	31.3	31.4	31.4	31.3	31.4	31.2	31.3
4.41 - 5.00	31.9	29.5	31.6	31.6	31.5	31.4	31.5	31.5	31.4	31.4	31.3

จากตารางที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 4.01 นาที เป็นต้นไป แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 31.3 โวลต์เมื่อนำไปเขียนเป็นกราฟแสดงแนวโน้มจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.2

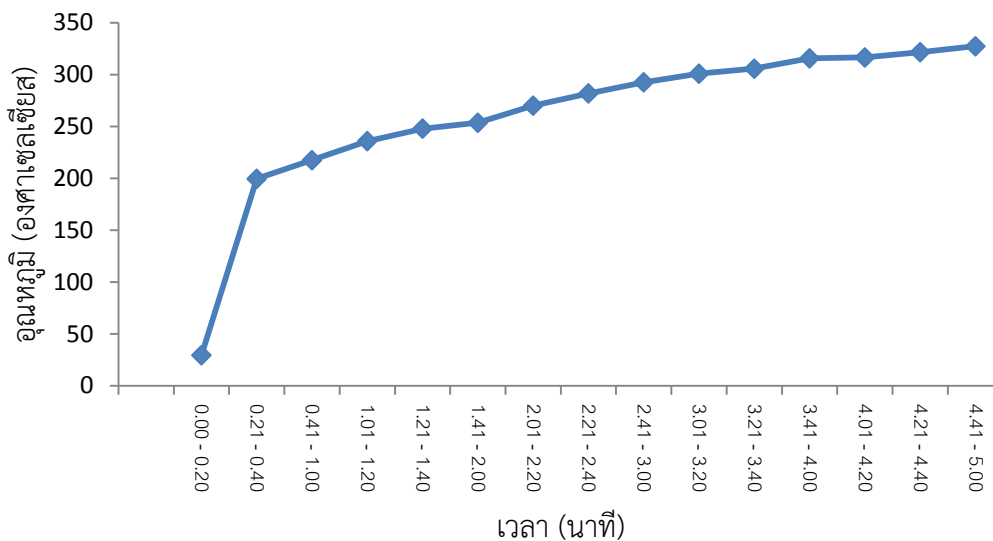


รูปที่ 4.2 แรงดันไฟฟ้ากับเวลากรณีที่ไม่มีอาการต่อโหลด

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบอุณหภูมิของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีที่ไม่มีอาการต่อโหลด

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)										เฉลี่ย
	ครั้งที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.00 - 0.20	31	32	29	29	28	30	29	29	28	30	29.5
0.21 - 0.40	70	75	240	240	200	230	200	250	240	250	199.5
0.41 - 1.00	95	100	260	260	234	235	220	267	248	255	217.4
1.01 - 1.20	150	150	270	270	246	239	240	274	254	265	235.8
1.21 - 1.40	160	165	275	275	270	245	265	279	267	278	247.9
1.41 - 2.00	168	170	282	282	273	248	271	281	278	282	253.5
2.01 - 2.20	220	210	290	290	289	251	278	285	289	298	270.0
2.21 - 2.40	240	230	293	297	293	290	283	289	293	310	281.8
2.41 - 3.00	252	255	297	293	307	320	286	294	300	321	292.5
3.01 - 3.20	264	268	298	298	305	325	290	312	315	333	300.8
3.21 - 3.40	263	261	300	300	317	328	300	322	320	345	305.6
3.41 - 4.00	271	273	310	310	317	340	316	335	328	356	315.6
4.01 - 4.20	257	254	317	317	321	343	326	339	332	358	316.4
4.21 - 4.40	262	264	319	319	324	345	339	340	343	360	321.5
4.41 - 5.00	277	278	322	322	325	344	345	347	348	364	327.2

จากตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่าอุณหภูมิ ที่เวลา 4.01 นาที เป็นต้นไป อุณหภูมิประมาณ 316.4 องศาเซลเซียส เมื่อนำไปเขียนกราฟแสดงแนวโน้มจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.3



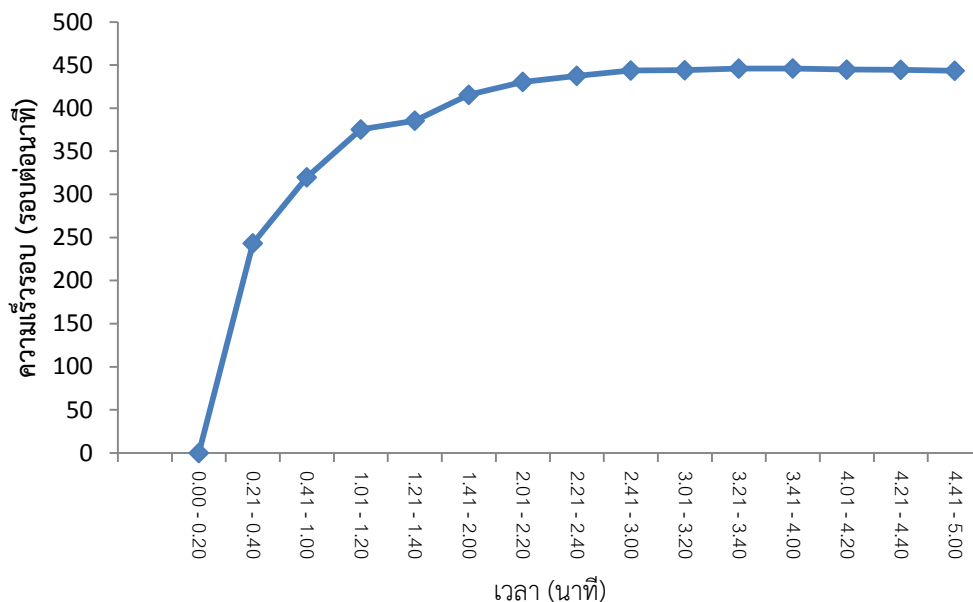
รูปที่ 4.3 อุณหภูมิกับเวลากรณีที่ไม่มี การต่อโหลด

4.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีที่มีการต่อโหลดให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งทำการทดสอบ 10 ครั้ง สรุปผลทดสอบดังตารางที่ 4.4 - ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการความเร็วรอบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีมีการต่อโหลด

เวลา (นาที)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)										เฉลี่ย	
	ครั้งที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0.00 - 0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.21 - 0.40	366	200	150	195	308	266	322	195	200	230	243.2	
0.41 - 1.00	474	266	209	324	339	326	360	390	250	260	319.8	
1.01 - 1.20	494	345	377	366	379	371	387	414	320	300	375.3	
1.21 - 1.40	511	396	344	293	399	387	406	419	350	350	385.5	
1.41 - 2.00	524	422	345	414	408	407	419	426	390	400	415.5	
2.01 - 2.20	531	436	345	430	419	424	428	432	420	440	430.5	
2.21 - 2.40	535	453	344	436	425	435	434	435	435	444	437.6	
2.41 - 3.00	540	464	342	442	429	444	437	444	445	450	443.7	
3.01 - 3.20	543	468	330	448	429	446	441	445	445	445	444.0	
3.21 - 3.40	544	475	331	452	430	449	444	446	444	444	445.9	
3.41 - 4.00	542	479	327	451	432	450	445	444	445	446	446.1	
4.01 - 4.20	544	478	324	448	423	452	444	445	446	443	444.7	
4.21 - 4.40	544	477	316	444	436	454	443	443	444	444	444.5	
4.41 - 5.00	538	477	312	444	426	452	454	445	443	443	443.4	

จากตารางที่ 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่า ความเร็วรอบที่เวลา 4.01 นาที เป็นต้นไป รอบของเครื่องยนต์จะเริ่มคงที่ ที่ความเร็วรอบประมาณ 444.7 รอบต่อนาที เมื่อนำไปเขียนเป็นกราฟแสดงแนวโน้มจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.4

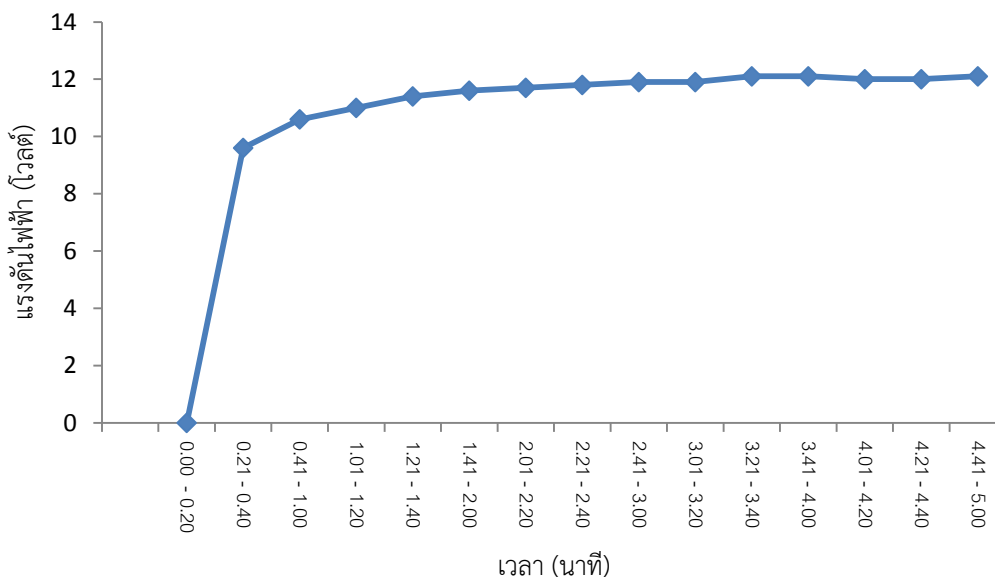


รูปที่ 4.4 ความเร็วรอบกับเวลากรณีมีการต่อโหลด

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีมีการต่อโหลด

เวลา (นาฬิกา)	แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)										เฉลี่ย	
	ครั้งที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0.00 - 0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.21 - 0.40	14	10	10	8.8	8.7	8.7	9.2	8.9	9	9.3	9.6	
0.41 - 1.00	18	10.5	11	9.5	9.5	9.3	9.6	9.4	9.5	9.7	10.6	
1.01 - 1.20	18.6	13.3	9.7	9.8	9.7	9.7	9.9	9.7	9.9	10	11.0	
1.21 - 1.40	19.2	15	9.6	9.9	10	9.9	10.1	10	10.1	10.2	11.4	
1.41 - 2.00	19.5	16	9.6	10.1	10.1	10.1	10.2	10.1	10.1	10.2	11.6	
2.01 - 2.20	19.8	16.5	9.6	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.3	11.7	
2.21 - 2.40	19.9	17	9.7	10.3	10.3	10.4	10.3	10.3	10.2	10.3	11.8	
2.41 - 3.00	20.1	17.4	9.7	10.3	10.4	10.5	10.3	10.3	10.3	10.3	11.9	
3.01 - 3.20	20.1	17.5	9.7	10.4	10.4	10.5	10.3	10.4	10.3	10.3	11.9	
3.21 - 3.40	20.1	17.9	9.7	10.4	10.4	10.5	10.4	10.4	10.3	10.5	12.1	
3.41 - 4.00	20.1	18	9.5	10.4	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4	10.5	12.1	
4.01 - 4.20	20	17.9	9.5	10.4	10.5	10.5	10.4	10.3	10.3	10.5	12.0	
4.21 - 4.40	20	17.9	9.3	10.3	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4	10.5	12.0	
4.41 - 5.00	19.9	17.9	10.2	10.3	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4	10.5	12.1	

จากตารางที่ 4.5 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่าแรงดันไฟฟ้า ที่เวลา 4.01 นาที เป็นต้นไป แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 12.0 โวลต์เมื่อนำไปเขียนเป็นกราฟแสดงแนวโน้มจะแสดงให้เห็น ดังรูปที่ 4.5

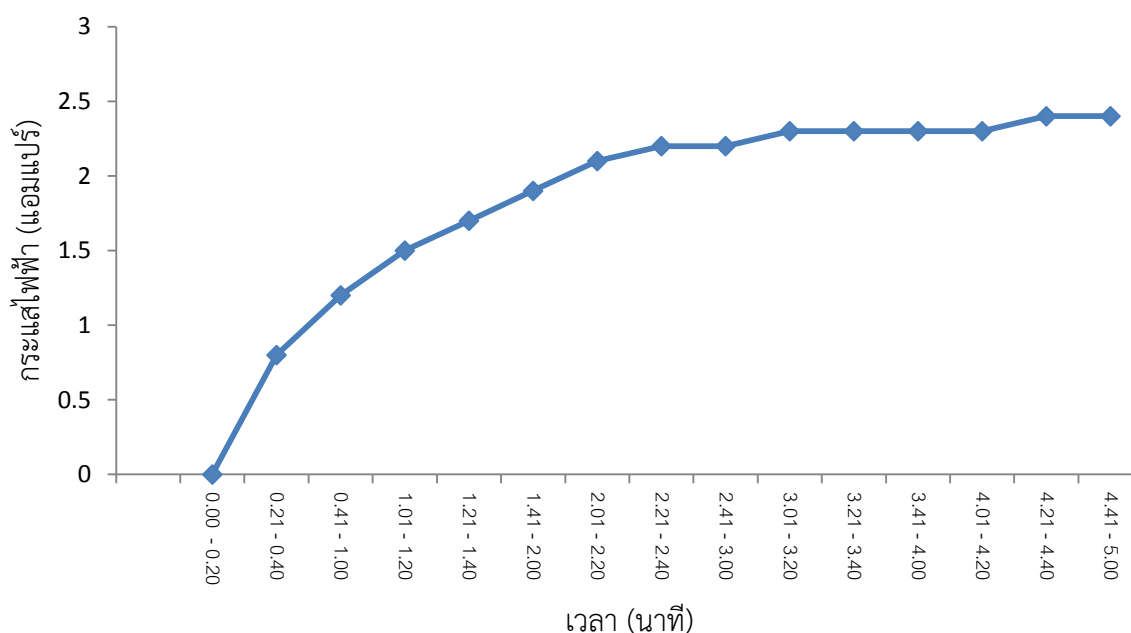


รูปที่ 4.5 แรงดันไฟฟ้ากับเวลากรณีมีการต่อโหลด

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบกระแสไฟฟ้าของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีมีการต่อโหลด

เวลา (นาที)	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)										เฉลี่ย	
	ครั้งที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0.00 - 0.20	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.21 - 0.40	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	0.8
0.41 - 1.00	0.9	1.2	1.4	1.2	1.5	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2
1.01 - 1.20	1.4	1.6	1.7	1.6	1.9	1.3	1.5	1.4	1.5	1.3	1.5	1.5
1.21 - 1.40	1.4	1.9	1.9	1.8	2.0	1.6	1.7	1.6	1.7	1.4	1.7	1.7
1.41 - 2.00	1.7	2.1	2.0	2.2	2.1	1.9	1.9	2.0	1.9	1.5	1.9	1.9
2.01 - 2.20	1.9	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	1.8	2.1	2.1
2.21 - 2.40	2.0	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.0	2.2	2.2
2.41 - 3.00	2.1	2.3	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.1	2.2	2.2
3.01 - 3.20	2.1	2.4	2.2	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3
3.21 - 3.40	2.1	2.4	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.2	2.3	2.3
3.41 - 4.00	2.1	2.4	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3
4.01 - 4.20	2.1	2.4	2.2	2.4	2.3	2.3	2.4	2.5	2.4	2.0	2.3	2.3
4.21 - 4.40	2.2	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4
4.41 - 5.00	2.2	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4

จากตารางที่ 4.6 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่ากระแสไฟฟ้า ที่เวลา 4.01 นาที เป็นต้นไป กระแสไฟฟ้าประมาณ 2.3 แอมแปร์เมื่อนำไปเขียนเป็นกราฟแสดงแนวโน้มจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.6

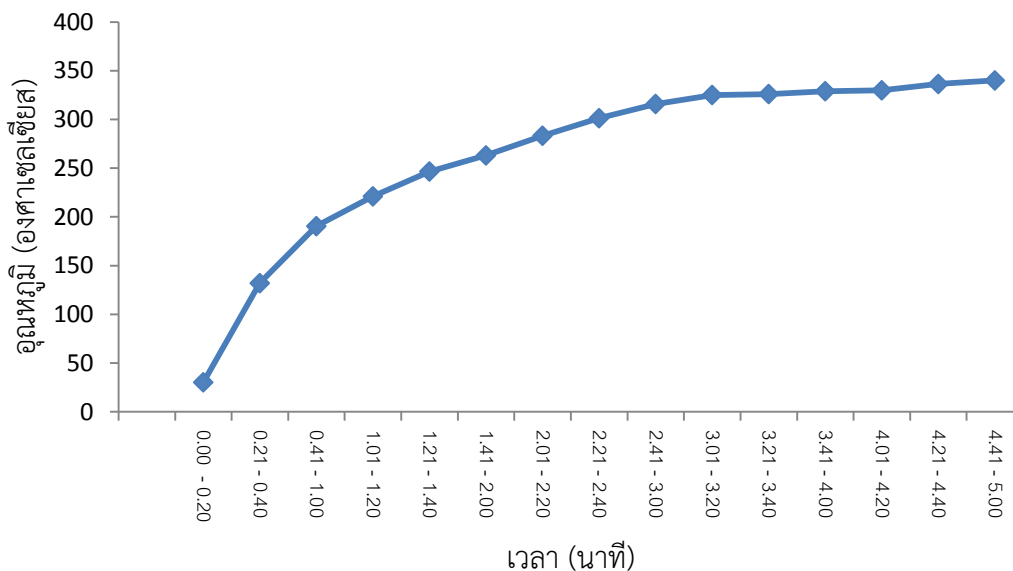


รูปที่ 4.6 กระแสไฟฟ้ากับเวลากรณีมีการต่อโหลด

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบอุณหภูมิของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีมีการต่อโหลด

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)										เฉลี่ย
	ครั้งที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.00 - 0.20	31	32	30	30	31	29	30	30	29	31	30.3
0.21 - 0.40	70	75	200	150	90	200	180	80	190	85	132
0.41 - 1.00	95	100	210	250	190	230	230	200	250	150	190.5
1.01 - 1.20	150	150	220	300	220	250	257	250	255	159	221.1
1.21 - 1.40	160	165	260	345	250	300	266	277	263	180	246.6
1.41 - 2.00	168	170	299	357	280	303	286	280	268	220	263.1
2.01 - 2.20	220	210	297	365	310	311	298	300	272	250	283.3
2.21 - 2.40	240	230	300	378	335	320	308	330	283	289	301.3
2.41 - 3.00	252	255	316	390	357	328	312	345	289	315	315.9
3.01 - 3.20	264	268	320	375	369	334	320	356	315	330	325.1
3.21 - 3.40	263	261	331	350	350	341	339	360	324	342	326.1
3.41 - 4.00	271	273	327	330	344	344	345	367	333	356	329
4.01 - 4.20	257	254	340	340	330	350	348	375	343	362	329.9
4.21 - 4.40	262	264	339	345	345	352	351	380	356	370	336.4
4.41 - 5.00	277	278	348	360	320	355	352	375	360	375	340

จากตารางที่ 4.7 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่าอุณหภูมิ ที่เวลา4.01นาที เป็นต้นไป อุณหภูมิประมาณ 329.9 องศาเซลเซียส เมื่อนำไปเขียนเป็นกราฟแสดงแนวโน้มจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 อุณหภูมิกับเวลากรณีมีการต่อโหลด

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงกรณีที่ไม่มีการต่อโหลดและมีการต่อโหลด

การทดลอง	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
1. กรณีที่ไม่มีการต่อโหลด	612.8	31.3	-	316.4
2. กรณีที่มีการต่อโหลด	444.7	12.0	0.23	329.9

จากตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิงพบว่า ความเร็วรอบ และแรงดันไฟฟ้า กรณีที่ไม่มีการต่อโหลดจะมีความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้าจะมากกว่ากรณีมีการต่อโหลด