

บทที่ 4

ผลการทดลอง

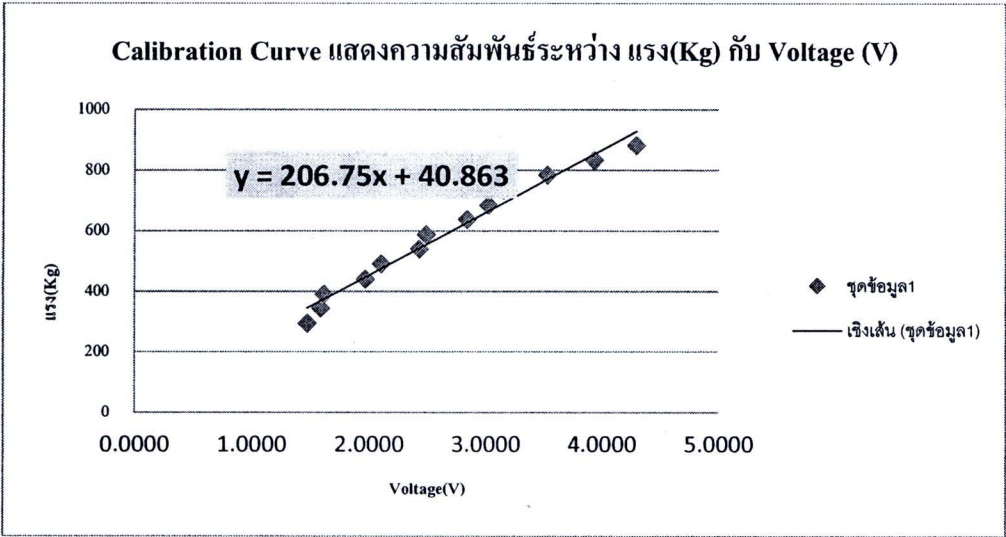
4.1 ผลการทดสอบระบบการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองของเฟส1

4.1.1 การทดสอบระบบการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองโดยเครื่องกด (Compression Machine) ใช้แรงกดกระแทก กดกระแทกที่สื่อเกาะตามจุดที่ติดเซ็นเซอร์ แล้วบันทึกค่าที่เซ็นเซอร์สามารถอ่านค่าได้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละน้ำหนัก แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณหาผลการทดสอบแรงกระแทกโดยเครื่องกด ของเฟส 1 แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบแรงกระแทกของเฟส1

ระยะทาง (ม.)	แรงกระแทก (นิวตัน)	ค่าโวลต์ (โวลต์)				แรง(กก.)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	
0.6	2881.2	1.2351	1.5683	1.6016	1.4683	294
0.7	3361.4	1.6833	1.5386	1.5453	1.5891	343
0.8	3841.6	1.8732	1.6418	1.3215	1.6122	392
0.9	4321.8	2.0593	2.1739	1.6542	1.9625	441
1	4802	2.2535	2.4277	1.6263	2.1025	490
1.1	5282.2	2.0401	2.6388	2.6016	2.4268	539
1.2	5762.4	2.2324	2.4241	2.7995	2.4853	588
1.3	6242.6	2.8384	2.8898	2.7832	2.8371	637
1.4	6722.8	2.8071	3.0399	3.2128	3.0199	686
1.5	7203	3.1522	3.0839	3.1998	3.1453	735
1.6	7683.2	3.4532	3.5258	3.6009	3.5266	784
1.7	8163.4	4.0142	3.8553	3.9261	3.9319	833
1.8	8643.6	4.1532	4.3528	4.3802	4.2954	882

จากผลการทดสอบสามารถนำไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระแทกกับค่าโวลต์ที่เซ็นเซอร์สามารถอ่านค่าได้ และสร้างสมการการปรับเทียบได้ คือ $Y = 206.75 X + 40.863$ ดังแสดงในรูปที่



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและ โวลต์ที่อ่านได้

4.1.2 การทดสอบโดยนักกีฬาและผู้เชี่ยวชาญ ทำการทดสอบโดยนักกีฬาจาก 3 ประเภท กีฬา คือ เทควันโด มวยสากลและมวยไทย การออกแบบการทดสอบ กำหนดให้นักกีฬาทั้ง 3 ประเภทกีฬา ประเภทกีฬาละ 3 คน เป็นนักกีฬาที่มีระดับความชำนาญครบทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับต้น ระดับกลาง และ ระดับสูง นักกีฬาทั้งหมดทำการทดสอบคนละ 3 ครั้งในทุกรูปแบบของการติดของไฟสัญญาณ รูปตัวอย่าง การทดสอบอุปกรณ์การวัดแรงและเวลาการตอบสนองของทั้ง 3 ประเภทกีฬาแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบอุปกรณ์การวัดแรงและเวลาการตอบสนองในทั้ง 3 ประเภทกีฬา

4.1.2.1 ผลการทดสอบของกีฬาเทควันโด

1) ข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬาเทควันโด แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬาเทควันโด

ระดับทักษะนักกีฬา	เพศ	อายุ	ประสบการณ์ฝึกซ้อม
ต้น	หญิง	21	1 ปี
ปานกลาง	ชาย	21	2 ปี
สูง	ชาย	23	10 ปี

จากตารางที่ 4.3 การติดตามรูปแบบที่กำหนดสามารถเพิ่มทักษะด้านความแรงในการเตะได้เช่น ในระดับทักษะต้น การเตะครั้งที่ 1 แรงเตะเฉลี่ย 37.26 นิวตันแต่เมื่อเตะในครั้งที่ 3 แรงเตะเฉลี่ย 74.07 นิวตัน แรงเตะเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึง 36.68 นิวตัน สำหรับความแม่นยำก็เพิ่มขึ้นจากการเตะครั้งที่ 1 จาก 55 เปอร์เซ็นต์ไปเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับนักกีฬาในระดับทักษะปานกลางและสูงที่มีผลการวัดแรงและเวลาการตอบสนองเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ผลการทดสอบของการตัดสินใจญาณไฟแบบสุ่มพบว่า นักกีฬามีความเร็วในการตอบสนองต่อสัญญาณไฟที่ติดขึ้นแบบสุ่มที่รวดเร็วขึ้น

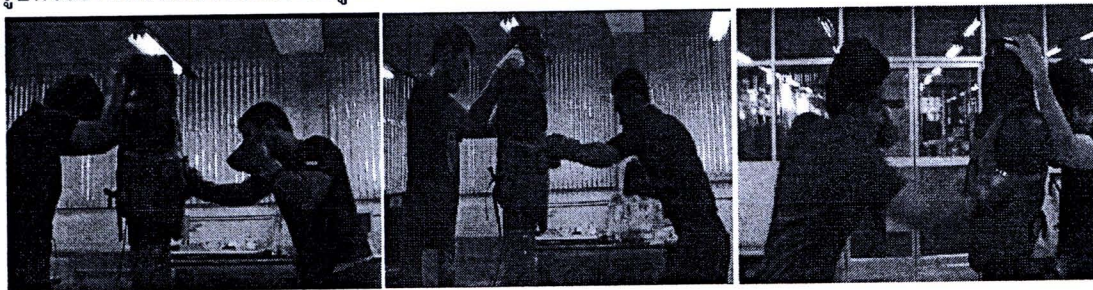
4.1.2.2 ผลการทดสอบของกีฬามวยสากล

1) ข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬามวยสากลแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬามวยสากล

ระดับทักษะนักกีฬา	เพศ	อายุ	ประสบการณ์ฝึกซ้อม
ต้น	ชาย	25	6 เดือน
ปานกลาง	ชาย	25	3 ปี
สูง	ชาย	25	5 ปี

รูปตัวอย่างการทดสอบแสดงในรูปที่ 4.4 ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.4 แสดงการทดสอบของนักกีฬามวยสากล

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบของนักกีฬามวยสากล

การติดของไฟสัญญาณ	ทักษะขั้นต้น			ทักษะปานกลาง			ทักษะขั้นสูง		
	แรง	เวลา	ความแม่นยำ	แรง	เวลา	ความแม่นยำ	แรง	เวลา	ความแม่นยำ
	(นิวตัน)	(วินาที)	(เปอร์เซ็นต์)	(นิวตัน)	(วินาที)	(เปอร์เซ็นต์)	(นิวตัน)	(วินาที)	(เปอร์เซ็นต์)
รูปแบบ1	67.27	0.85	65	50.53	0.62	53.33	62.11	0.14	62.16
รูปแบบ2	77.87	0.28	100	115.94	0.59	80	89.78	0.28	86.47
รูปแบบ3	112.14	0.93	90	97.86	0.52	100	87.38	0.26	100
เฉลี่ย	85.76	0.69	85	88.11	0.58	77.78	79.76	0.23	82.88
ส่วนเบี่ยงเบน	23.45	0.35	18.03	33.78	0.05	23.41	15.33	0.08	19.17
มาตรฐาน									



ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

การคิดของไฟ สัญญาณ	ทักษะขั้นต้น			ทักษะปานกลาง			ทักษะขั้นสูง		
	แรง	เวลา	ความแม่นยำ	แรง	เวลา	ความแม่นยำ	แรง	เวลา	ความแม่นยำ
	(นิวตัน)	(วินาที)	(เปอร์เซ็นต์)	(นิวตัน)	(วินาที)	(เปอร์เซ็นต์)	(นิวตัน)	(วินาที)	(เปอร์เซ็นต์)
แบบส้อม1	106.72	0.27	95	83.42	0.5	100	88.59	0.42	88.51
แบบส้อม2	123.94	0.67	100	121.84	0.52	100	104.04	0.19	100
แบบส้อม3	121.49	0.43	100	149.02	0.61	100	97.32	0.25	100
เฉลี่ย	117.38	0.46	98.33	118.09	0.54	100	96.65	0.287	96.17
ส่วนเบี่ยงเบน	9.316	0.201	2.887	32.96	0.059	0	7.75	0.119	6.63
มาตรฐาน									
ผู้ฝึกสอนกำหนด1	84.9	0.3	100	122.26	0.46	100	105.72	0.3	100
ผู้ฝึกสอนกำหนด2	107.86	0.42	100	97.63	0.23	100	134.57	0.34	100
ผู้ฝึกสอนกำหนด3	112.96	0.39	100	105.14	0.42	100	132.63	0.27	100
เฉลี่ย	101.91	0.37	100	108.34	0.37	100	124.31	0.3	100
ส่วนเบี่ยงเบน	14.95	0.06	0	12.62	0.12	0	16.13	0.04	0
มาตรฐาน									

จากตารางที่ 4.5 การต่อตามรูปแบบที่กำหนดสามารถเพิ่มทักษะด้านความแรงและความแม่นยำในการต่อได้ เช่น ในระดับทักษะต้น การเตะครั้งที่ 1 แรงต่อเฉลี่ย 67.27 นิวตันแต่เมื่อเตะในครั้งที่ 3 แรงเตะเฉลี่ย 112.14 นิวตัน แรงต่อเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึง 44.87 นิวตัน สำหรับความแม่นยำก็เพิ่มขึ้นจากการเตะครั้งที่ 1 จาก 65 เปอร์เซ็นต์ไปเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ และนักกีฬามีความเร็วในการตอบสนองต่อสัญญาณไฟที่ติดขึ้นแบบส้อมที่รวดเร็วขึ้น

4.1.2.3 ผลการทดสอบของนักกีฬามวยไทย

1) ข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬามวยไทย แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬามวยไทย

ระดับทักษะนักกีฬา	เพศ	อายุ	ประสบการณ์ฝึกซ้อม
ต้น	ชาย	24	1 ปี
ปานกลาง	ชาย	22	2 ปี
สูง	ชาย	25	8 ปี



ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบของนักกีฬามวยไทย

[illegible]

จากตารางที่ 4.7 การทดสอบการต่อและติดตามแม่ไม้มวยไทย สำหรับไฟลัญญาณที่กำหนดรูปแบบไว้ สามารถเพิ่มทักษะด้านความแรงและความแม่นยำในการออกอาวุธได้ เช่น ในระดับทักษะปานกลาง การทดสอบครั้งที่ 1 แรงเฉลี่ย 83.32 นิวตันแต่เมื่อเตะในครั้งที่ 3 แรงเฉลี่ย 123.67 นิวตัน แรงต่อเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึง 40.35 นิวตัน และมีการตอบสนองต่อไฟลัญญาณที่รวดเร็วขึ้นจาก 0.15วินาทีเป็น 0.14 วินาที

4.1.2.4 การประเมินผลความพึงพอใจของนักกีฬา

การประเมินผลความพึงพอใจในการทดสอบใช้งานระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองของนักกีฬาและผู้ฝึกสอน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจการทดสอบใช้ระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนอง

หัวข้อประเมิน	เทควันโด		มวยสากล		มวยไทย	
	ระดับความพึงพอใจ		ระดับความพึงพอใจ		ระดับความพึงพอใจ	
1. ชุดทดสอบมีความเหมาะสมกับประเภทกีฬา	4.33	ดี	4	ดี	4.33	ดี
2. ความน่าเชื่อถือของแรงที่วัดได้	4.67	ดี	4	ดี	4	ดี
3.ความเหมาะสมของความเร็วในการติด-ดับของไฟลัญญาณ	4	ดี	4.33	ดี	4	ดี
4. รูปแบบการสลับของไฟลัญญาณ	4	ดี	4	ดี	4	ดี
5. รูปแบบของชุดทดสอบที่ออกแบบมีความเหมาะสม	4.33	ดี	4	ดี	4	ดี
6. ความสะดวกในการใช้งานชุดทดสอบและประมวลผล	4.33	ดี	4	ดี	4.33	ดี
7.ความเหมาะสมกับการพัฒนาทักษะของนักกีฬาในระดับต่างๆ	4.33	ดี	4.67	ดี	4.33	ดี

จากผลการประเมินความพึงพอใจของนักกีฬา พบว่า ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดี นักกีฬาพอใจในรูปแบบและความน่าเชื่อถือของระบบการวัดความเร็วและเวลาการตอบสนอง

4.1.3 สรุปปัญหาที่พบจากการทดสอบเฟส 1 และแนวทางการปรับปรุง

จากการทดสอบใช้ระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองเฟสที่ 1 สามารถสรุปปัญหาที่พบ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ

4.1.3.1 ด้านโปรแกรม

1) หน้าจอโปรแกรมไม่พอสักกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ทำให้ส่วนล่าง เช่น จุด E และผลการ calibration ตกขอบจอคอมพิวเตอร์

2) การแสดงค่าแรงและเวลาการตอบสนองในส่วนของ Advance mode ในตารางหน้าจอไม่มีการแสดงทุกค่าแต่ผลการทดลองในตารางเอกเซลมีทุกค่า

3) พื้นหลังของ Advance mode เป็นสีขาว

4) กราฟแสดงค่าแรงและเวลาการตอบสนองควรแสดงในทุกโหมด

4.1.3.2 ด้านเซ็นเซอร์และระบบการวัด

1) เซ็นเซอร์มีการค้างค่าแรงทำให้ผลการวัดแรงคลาดเคลื่อน

2) การวัดเวลาการตอบสนองคลาดเคลื่อน โดยบางครั้งค่าเวลาการตอบสนองมีค่าเท่ากันตลอดการวัด

3) ในส่วนของการกดของผู้ฝึกสอน พบว่า มีการหน่วงเวลาของการติดของไฟที่เสื่อเกราะ ในขณะที่ไฟในหน้าจอคอมพิวเตอร์ติดทันทีที่มีการกด

4) การติดของไฟใน Expert mode เร็วเกินไป

5) ลักษณะการติดตั้งเซ็นเซอร์ไม่เหมาะสม

4.1.3.3 แนวทางการปรับปรุง

1) พิจารณาเปลี่ยนเซ็นเซอร์ใหม่เป็น Flexi force เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่ใช้ได้รับความเสียหายจากการติดตั้งที่ไม่เหมาะสม

2) เปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งเซ็นเซอร์ เช่น ติดตั้งแบบเจาะเสื่อเกราะจากด้านหลัง หรือ ติดตั้งด้านหลังเหมือนเดิมแต่ปรับปรุงรูปแบบการติดใหม่เพื่อความสะดวกของการใช้งานเซ็นเซอร์

3) พัฒนาการส่งข้อมูลเป็นแบบไร้สายเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองเฟสที่ 2

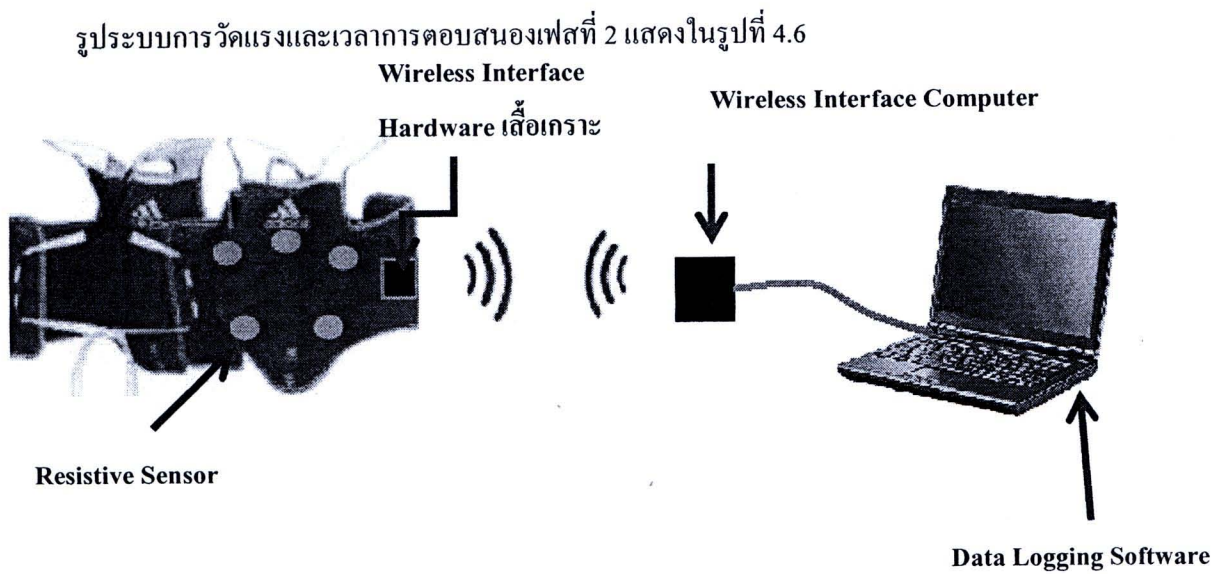
ระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองเฟส 2 มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

4.2.1 Resistive Sensor

4.2.2 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2.3 โปรแกรมบันทึกข้อมูล





รูปที่ 4.6 ระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองเฟสที่ 2

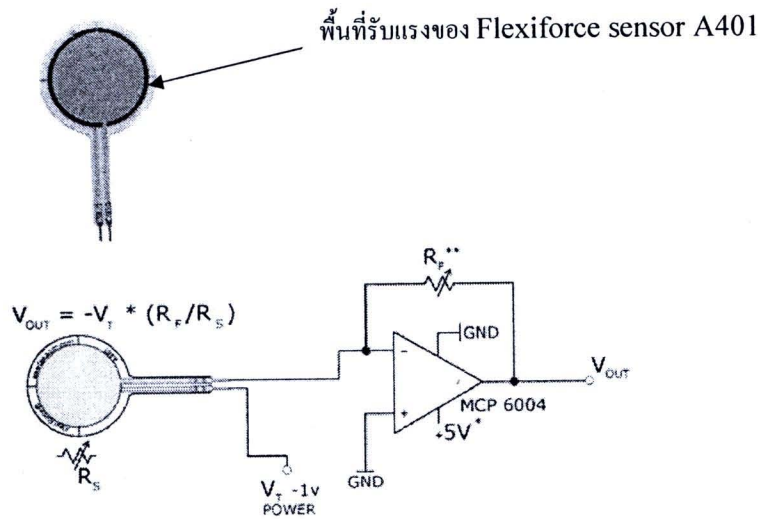
4.2.1 Resistive Sensor

พิจารณาเลือกใช้ Flexiforce โมเดล A 401 ซึ่งมีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงคุณสมบัติ Flexiforce sensor

ลักษณะคุณสมบัติเซ็นเซอร์	คุณสมบัติ
ความหนา	0.208 มม.
ความยาว	56.8 มม.
ความกว้าง	31.8 มม.
เส้นผ่าศูนย์กลางของพื้นที่รับแรง	25.4 มม.
ช่วงการรับแรง	0- 7000 ปอนด์เมื่อมีการปรับค่าโวลต์และตัวต้านทาน
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด	$< \pm 3\%$
ช่วงอุณหภูมิการใช้งาน	$-9^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$
เวลาการตอบสนอง	$< 5 \mu\text{sec}$

รูปและวงจรเซ็นเซอร์แสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงเซ็นเซอร์และวงจรเซ็นเซอร์ของ Flexiforce sensor

ที่มา: Flexiforce Sensor Model A 401 Tekscan Data Sheet

4.2.2 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย

4.2.2.1 Voltage Divider วงจรแบ่งแรงดันสำหรับ Resistive Sensor เมื่อมีแรง

กระทำบน Resistive Sensor แรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลง

4.2.2.2 Analog Selector วงจรเลือกช่องสัญญาณอะนาล็อก

4.2.2.3 Peak Detector วงจรตรวจจับแรงดันพัก

4.2.2.3 12 bit ADC วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 12 บิต

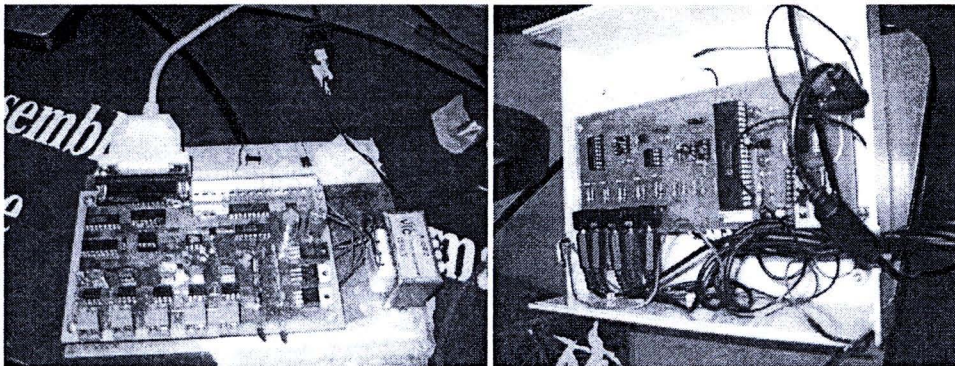
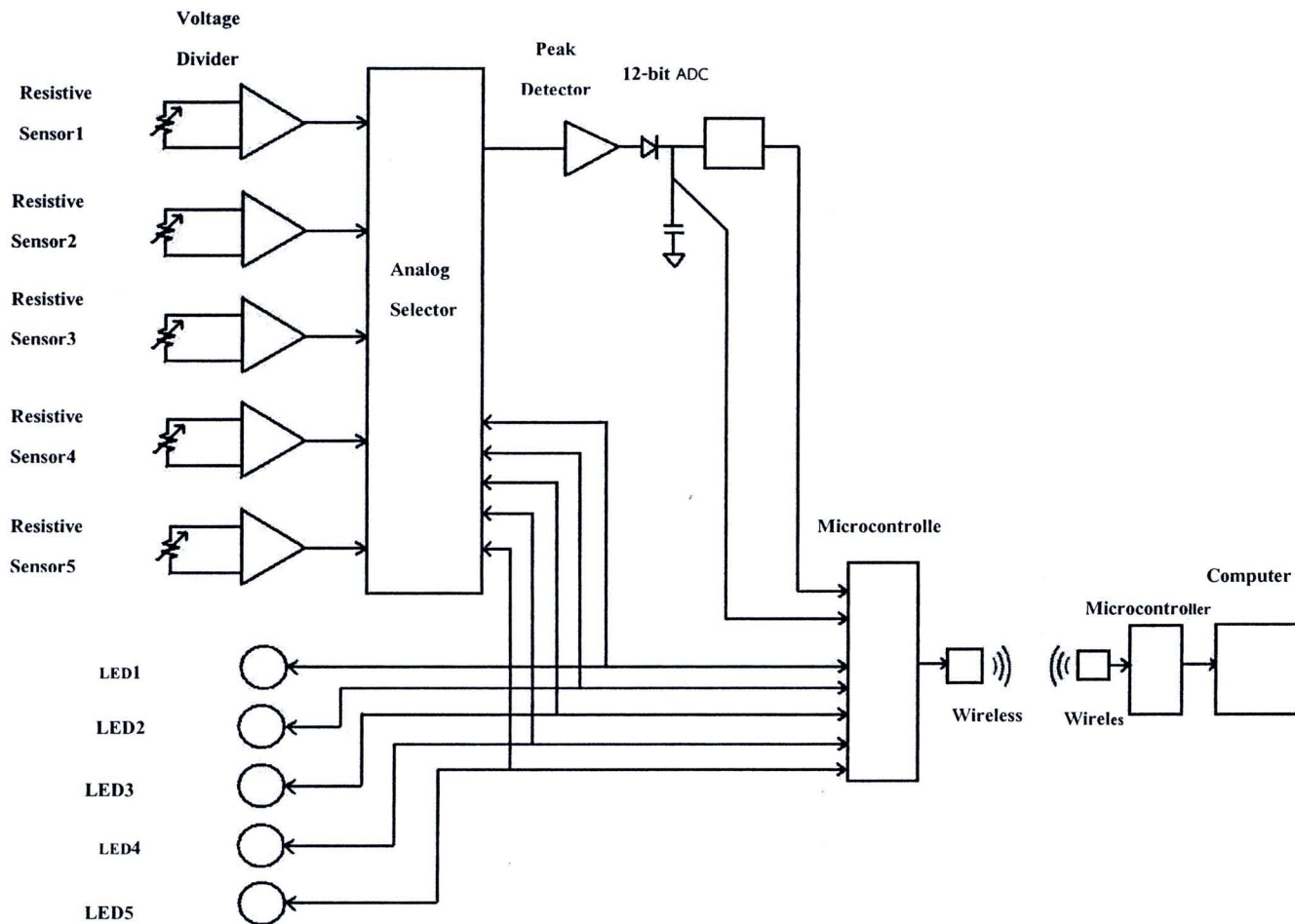
4.2.2.4 LED Driver วงจรขับแอลอีดี

4.2.2.5 USB Port พอร์ตเชื่อมต่อกับ Computer

4.2.2. 6 Wireless R/T Data วงจรรับ-ส่งข้อมูลด้วยสัญญาณไร้สาย

4.2.2.7 Microcontroller ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับสั่งการทำงานของแผงวงจร

สำหรับบล็อกไดอะแกรมของวงจรไวเลสอินเตอร์เฟสและรูปวงจรแสดงในรูปที่ 4.8



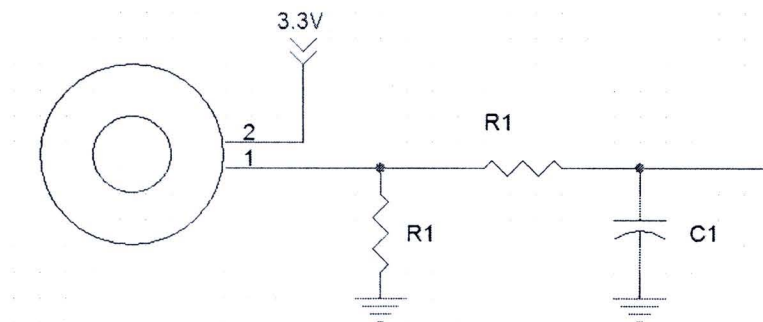
รูปที่ 4.8 Block Diagrams วงจรไวเลสอินเตอร์เฟสและรูปวงจร

หลักการการทำงานของแผงวงจรไวเลสอินเตอร์เฟส ถูกควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม เริ่มต้นด้วยการส่งข้อมูลออกจากพอร์ต USB ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไวเลสไปยังไวเลสเสื่อเกาะ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็จะแปลงสัญญาณไวเลสเป็นสัญญาณแอนาล็อกไปส่งวงจร Analog Selector ให้เลือก Resistive Sensor คือ Flexiforce sensor พร้อมกับเลือก LED พร้อมกันเป็นคู่ๆ

กล่าวคือ ช่องสัญญาณที่ 1 จะทำให้หลอด LED1 สว่าง และสัญญาณจาก Flexiforce sensor 1 ที่ต่อกับวงจร Voltage Divider จะถูกเลือกให้ต่อกับวงจร Peak Detector ตัวเก็บประจุของวงจร Peak Detector จะถูกคายประจุด้วยสัญญาณ Reset เมื่อมีแรงกระทำที่ Resistive Sensor1 วงจร voltage Divider จะส่งแรงดันฟีดที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงกระทำ แล้วป้อนแรงดันเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 12 บิต แล้วเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปให้วงจรไวลสแปลงสัญญาณแล้วส่งไปที่ไวลสอินเตอร์เฟซคอมพิวเตอร์ก็จะส่งสัญญาณเข้า แล้วส่งข้อมูลผ่านพอร์ต USB เข้าสู่คอมพิวเตอร์ โปรแกรมก็จะแสดงผล ช่องสัญญาณลำดับถัดไปจะมีความทำงานเช่นเดียวกัน

4.2.2.1 วงจร Voltage Divider

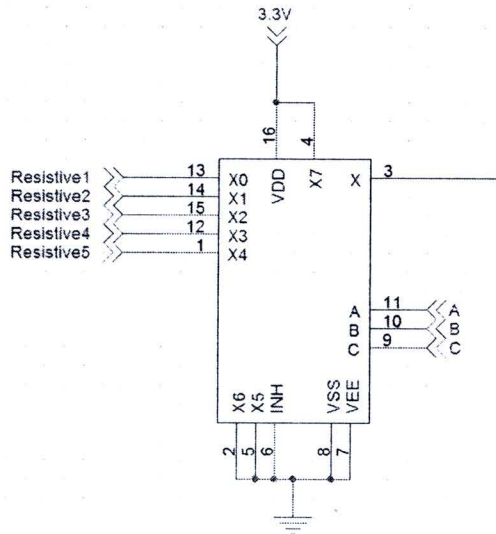
วงจร Voltage Divider เป็นวงจรแบ่งแรงดันใช้คู่ร่วมกับ Resistive Sensor เนื่องจาก Resistive Sensor เปรียบเสมือนตัวต้านทานปรับค่าได้ตัวหนึ่งจึงอาศัยการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานมาเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า โดยใช้ตัวต้านทานในการปรับระดับสัญญาณ ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจร Voltage Divider

4.2.2.2 วงจร Analog Selector

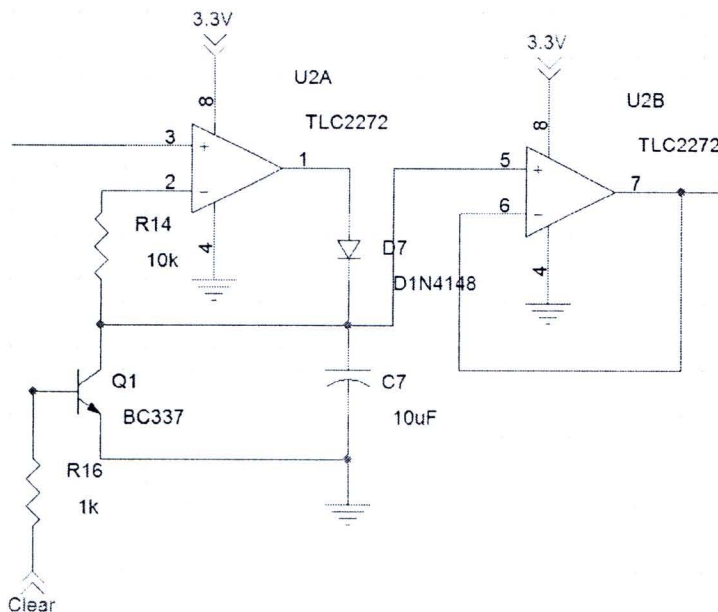
วงจร Analog Selector สร้างด้วย ซีโมสไอซี สัญญาณจากวงจร Voltage Divider ทั้ง 5 ช่องจะส่งมายังช่องอินพุต X0,X1,X2,X3,X4 สัญญาณที่ใช้ในการเลือกช่องอินพุต A,B,C จะรับมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ช่องสัญญาณที่ถูกเลือกจะส่งออกที่ขา X ดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วงจร Analog Selector

4.2.2.3 วงจร Peak Detector

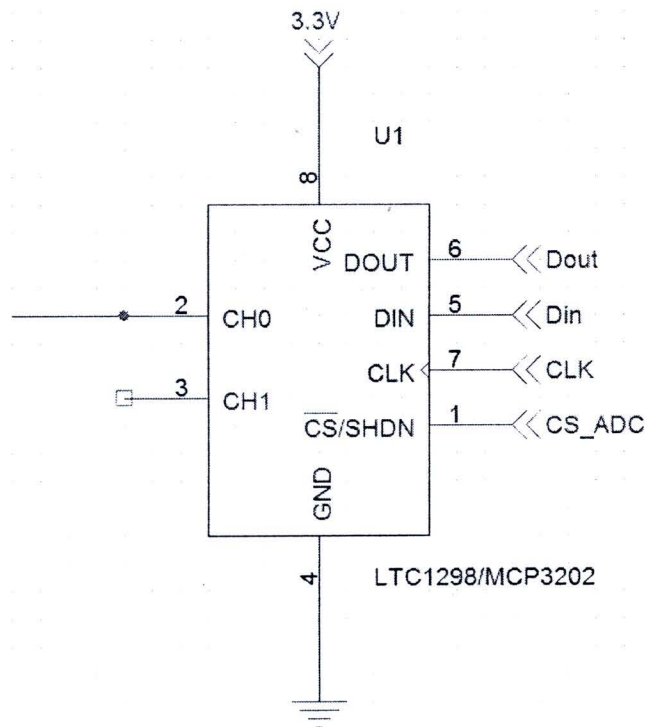
วงจร Peak Detector สร้างด้วย ซีพียูไอซี ซึ่งรับแรงดันมาจากขา X ของ Analog Selector จะส่งผ่านไดโอด ไปยังตัวเก็บประจุ ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรรีเซตค่าเริ่มต้นให้เป็นศูนย์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสั่งการ (ขา clear ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์) สัญญาณพิกที่ตรวจจับได้จะเป็นค่าแรงดันสูงสุดที่ป้อนผ่านวงจรเข้า U2B ไปยังวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิทัลต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 วงจร Peak Detector

4.2.2.4 วงจร 12-bit ADC

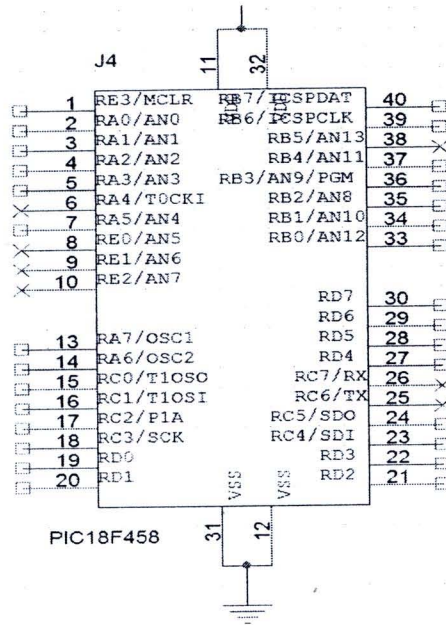
วงจร 12-bit ADC สร้างด้วยไอซีเบอร์ LTC1298/MC3202 ภายในมีวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิทัลขนาดความละเอียด 12-bit สัญญาณที่ได้จากตัวตรวจจับพีคจะป้อนเข้าที่ CH0 ผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ LPF (Low pass filter) สร้างด้วย R7-C3 สัญญาณควบคุมวงจร ADC นี้ได้แก่ ADCDATA, DIN1, CLK1, และ CS1 สักย์ไฟฟ้าอ้างอิง +3.3V ป้อนที่ขา VCC ดังแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 วงจร 12-bit ADC

4.2.2.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สี่เกราะ

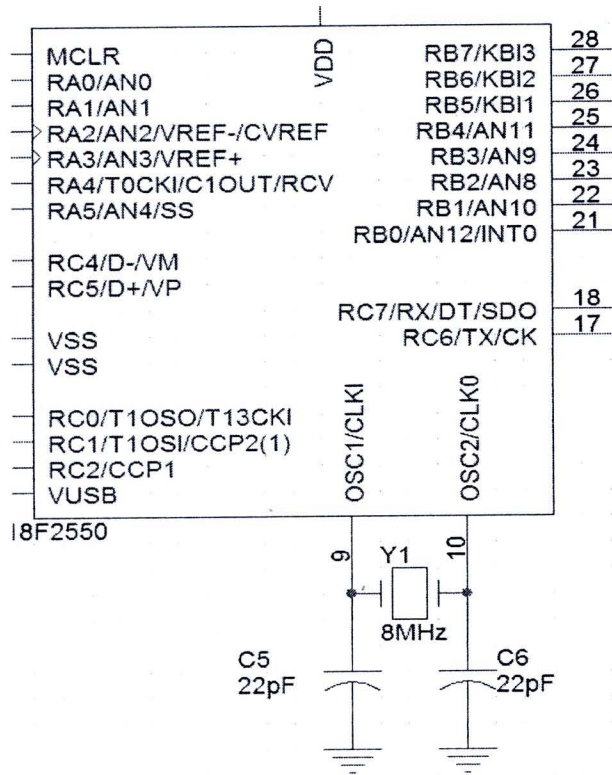
วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สี่เกราะสร้างด้วยชิพ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล, ควบคุมการเลือกคู่ของ Resistive sensor กับ LED ของวงจร Analog Selector, ควบคุมการรีเซตของวงจร Peak Detector รวมทั้งส่งสัญญาณไปยังวงจรไวเลสเพื่อทำการส่งสัญญาณต่อไปที่ wireless interface computer ดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เสื่อเกาะ

4.2.2.6 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่คอมพิวเตอร์

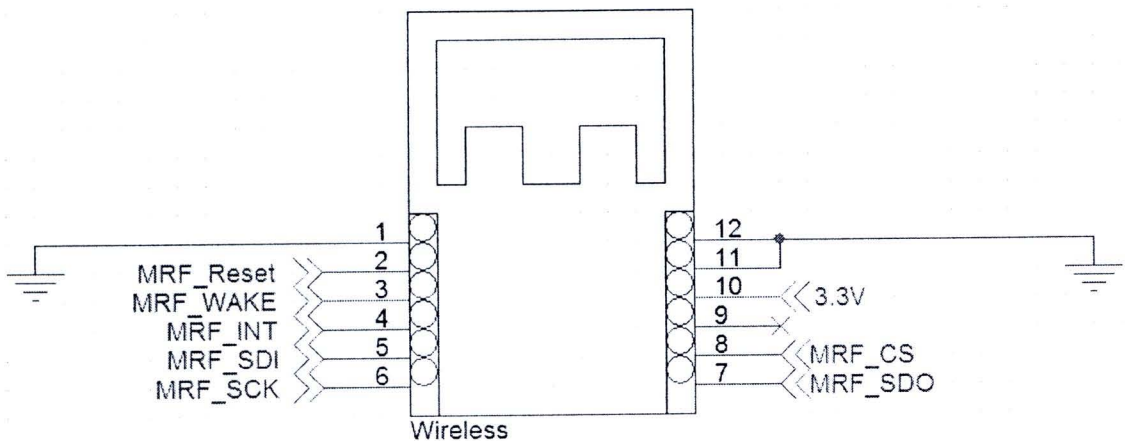
วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างด้วยไอซี ทำหน้าที่รับสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์เฟสคอมพิวเตอร์ แล้วแปลงสัญญาณเพื่อส่งผ่านพอร์ต USB ไปยังโปรแกรมเพื่อแสดงผลการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่คอมพิวเตอร์

4.2.2.7 วงจรไวลเลสเซ็นเซอร์

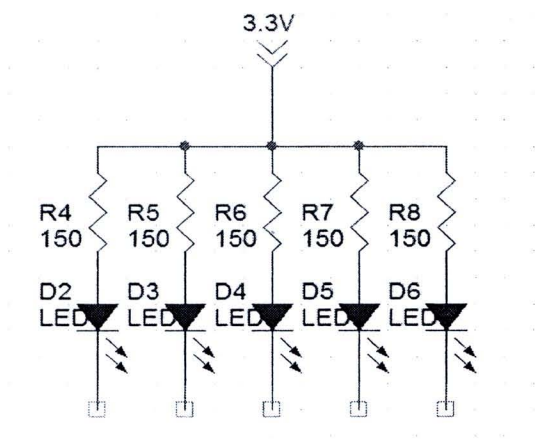
วงจรไวลเลสเซ็นเซอร์ สร้างด้วยไอซี ด้วยคุณสมบัติเป็นทั้งตัวรับและตัวส่งภายในตัวเดียวกัน ดังนั้นในจังหวะที่ไวลเลสเซ็นเซอร์ที่สื่อกระแสสัญญาณไปที่ไวลเลสเซ็นเซอร์อินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์ ตัวไวลเลสเซ็นเซอร์อินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์ก็จะทำหน้าที่รับสัญญาณแทน ดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 วงจรไวลเลสเซ็นเซอร์

4.2.2.8 วงจร LED Driver

วงจร LED Driver ประกอบด้วย LED จำนวน 5 ดวง โดยใช้กระแสที่ขับหลอดแอลอีดีเป็นกระแสเชิงคี่ เชื่อมกับขา LED ขาแคโทด ส่วนขาแอนโอดจะต่อรวมกันไปที่แหล่งจ่ายไฟตรง ดังแสดงในรูปที่ 4.16

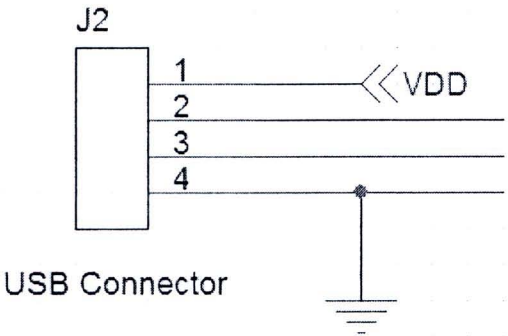


รูปที่ 4.16 วงจร LED Driver

4.2.2.9 วงจร USB Port

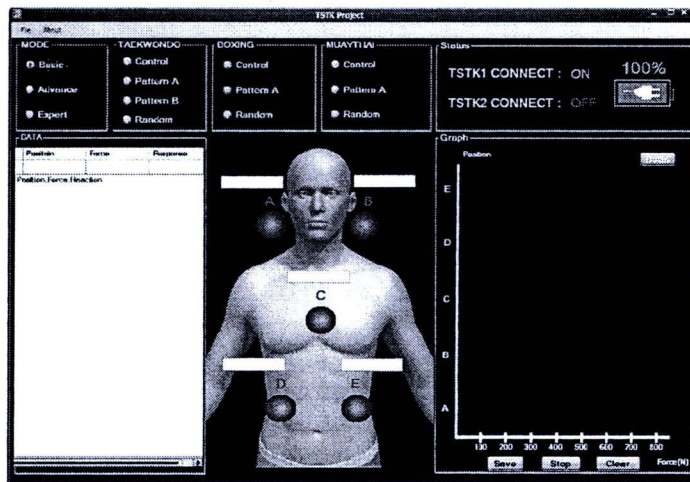
วงจรทั้งหมดจะถูกควบคุมผ่านทางพอร์ต USB แสดงในรูปที่ 4.17 ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขา ดังนี้

- 1) ขา 1 ไฟเลี้ยงวงจร
- 2) ขา 2 D- เป็นขารับส่งข้อมูลทำงานคู่กับขา D+
- 3) ขา 3 D+ เป็นขารับส่งข้อมูลทำงานคู่กับขา D-
- 4) ขา 4 กราวด์ ศักย์ศูนย์โวลท์



รูปที่ 4.17 วงจร USB Port

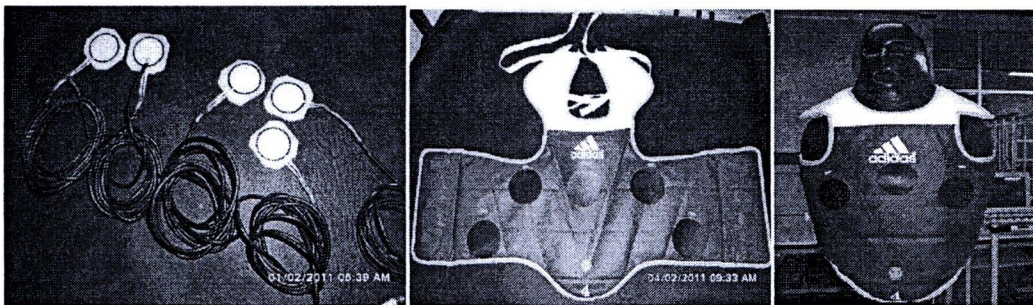
4.2.3 โปรแกรมบันทึกข้อมูล ปรับปรุงจากเฟส 1 ที่ เป็นปัญหาและเพิ่มการแสดงผลปริมาณแบตเตอรี่ที่เหลือด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แสดงโปรแกรมบันทึกข้อมูลเฟส 2

4.2.4 การติดตั้งเซ็นเซอร์ในเสื้อเกราะ

การติดตั้งเซ็นเซอร์จำนวน 5 ตัวในเสื้อเกราะตำแหน่งเดิมกับเฟสที่ 1 และหลอดไฟ LED ปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลง รูปการติดตั้งเซ็นเซอร์แสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงการติดตั้งเซ็นเซอร์ในเสื้อเกราะ

4.2.5 การทดสอบระบบการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองโดยเครื่องกด (Compression Machine) ใช้แรงกดที่น้ำหนักต่างๆ ดังแสดงในรูป 4.20 และผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.10

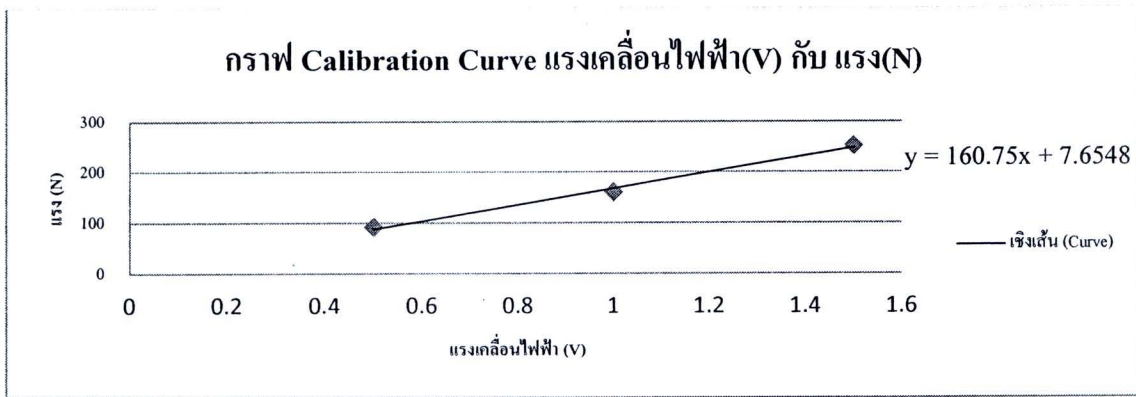


รูปที่ 4.20 แสดงการทดสอบระบบการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองโดยเครื่องกด

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดสอบระบบการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองโดยเครื่องกด

แรงกด	ค่าแรง (kN)	ค่าโวลต์ (V)	แรง (นิวตัน)
4	0.0918572	0.5	91.8572
7	0.1607501	1	160.7501
11	0.2526073	1.5	252.6073
24	0.5511432	2	551.1432
66	1.5156438	2.5	1515.6438
131	3.0083233	2.78	3008.3233

จากผลการทดสอบสามารถนำไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับค่าโวลต์ที่เซ็นเซอร์สามารถอ่านค่าได้ และสร้างสมการการปรับเทียบได้ คือ $Y = 160.75X + 7.6548$ ดังแสดงในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 แสดงกราฟ Calibration Curve ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) กับ แรง (N)

4.2.6 การทดสอบโดยนักกีฬาและผู้เชี่ยวชาญ ทำการทดสอบโดยนักกีฬาจาก 3 ประเภท กีฬา คือ เทควันโด มวยสากลและมวยไทยเช่นเดียวกับเฟสที่ 1

4.2.6.1 ผลการทดสอบของนักกีฬาเทควันโด

การทดสอบของนักกีฬาเทควันโดแสดงภาพการทดสอบของนักกีฬาในรูปที่ 4.22 และผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.11



ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

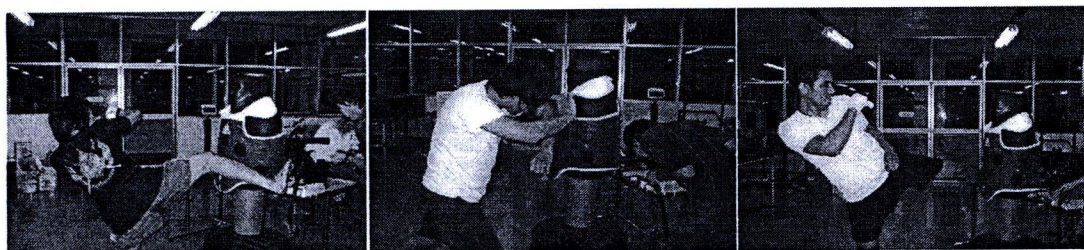
การติดของไฟ สัญญาณ	ทักษะขั้นต้น			ทักษะปานกลาง			ทักษะขั้นสูง		
	แรง (นิวตัน)	เวลา (วินาที)	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)	แรง (นิวตัน)	เวลา (วินาที)	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)	แรง (นิวตัน)	เวลา (วินาที)	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)
แบบลุ่ม1	125.71	1.2	66.67	106.24	1.33	80	79.53	1.2	100
แบบลุ่ม2	146.85	1.4	80	180.98	1.35	80	94.74	1.2	100
แบบลุ่ม3	159.83	1.4	100	149.05	1.31	93.33	149.05	1.3	100
เฉลี่ย	144.13	1.33	82.22	145.42	1.33	84.44	107.77	1.23	100
ส่วนเบี่ยงเบน	17.22	0.12	16.78	37.5	0.02	7.7	36.55	0.06	0
มาตรฐาน									
ผู้ฝึกสอนกำหนด1	135.5	1.3	88.24	0.9	88.24	0.9	64.26	1.1	82.35
ผู้ฝึกสอนกำหนด2	166.49	1.3	94.13	1.2	94.12	1.2	81.9	1.1	100
ผู้ฝึกสอนกำหนด3	167.76	1.6	100	1.1	94.12	1.1	83.06	1.4	100
เฉลี่ย	156.58	1.4	94.12	1.07	92.16	1.07	76.41	1.2	94.12
ส่วนเบี่ยงเบน	18.27	0.17	5.88	0.15	3.39	0.15	10.5	0.17	10.19

จากตารางที่ 4.12 ผลจากการทดสอบระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองของนักกีฬามวยสากลสามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักกีฬา เช่น ในการติดของไฟสัญญาณแบบกำหนดรูปแบบไว้ นักกีฬาในระดับทักษะปานกลาง การเตะครั้งที่ 1 วัดแรงเฉลี่ยได้ 55.60 นิวตัน ความเร็ว 1.25 วินาที และความแม่นยำในการเตะ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเตะครั้งที่ 3 ในรูปแบบการติดของไฟเหมือนกัน พบว่า แรงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 81.09 นิวตัน ความเร็ว 1.5 ความแม่นยำ 76.67 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับนักกีฬาในทักษะระดับขั้นต้นและระดับสูงที่มีพัฒนาการแสดงในรูปแบบตัวเลขที่ชัดเจนของการทดสอบแต่ละครั้ง จากผลการทดสอบ พบว่า ค่าความแม่นยำสามารถแสดงผลในลักษณะก้าวกระโดด เนื่องจากทักษะของนักกีฬาที่คุ้นเคยกับท่าเตะหรือต่อ ซึ่งปรกติในชั้นเรียน ต้องฝึกท่าแม่ไม้และลูกไม้เช่นนี้ซ้ำกันเป็นร้อยเป็นพันครั้ง และบางครั้งมีการซ้อมลงนามหรือจำลองการแข่ง (free sparing) ซึ่งเป็นการทำซ้ำท่าต่างๆ ดังนั้น เมื่อนักกีฬาทดสอบในครั้งที่ 3 กล้ามเนื้อและสัญชาตญาณสามารถจดจำตำแหน่งและระยะของเป้าหมายได้ นักกีฬาจึงสามารถออกอาวุธได้ด้วยความแม่นยำ

4.2.6.3 ผลการทดสอบของนักกีฬามวยไทย

การทดสอบของนักกีฬามวยไทยโดยแสดงภาพการทดสอบของนักกีฬาในรูปแบบที่

4.24 และผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.13



รูปที่ 4.24 แสดงรูปการทดสอบระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองเฟส 2 ของนักกีฬามวยไทย

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบของนักกีฬามวยไทย

[illegible]

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

การติดของไฟ สัญญาณ	ทักษะขั้นต้น			ทักษะปานกลาง			ทักษะขั้นสูง		
	แรง (นิวตัน)	เวลา (วินาที)	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)	แรง (นิว ตัน)	เวลา (วินาที)	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)	แรง (นิว ตัน)	เวลา (วินาที)	ความแม่นยำ (เปอร์เซ็นต์)
ผู้ฝึกสอนกำหนด1	90.01	1.07	66.67	116.09	1.32	80	100.62	1.13	66.67
ผู้ฝึกสอนกำหนด2	87.7	1.27	86.67	119.55	1.42	80	116.95	1.21	86.67
ผู้ฝึกสอนกำหนด3	111.07	1.49	86.67	139.18	1.31	86.67	132.15	1.15	93.33
เฉลี่ย	96.26	1.28	80	124.94	1.35	82.22	116.57	1.163	82.22
ส่วนเบี่ยงเบน	12.88	0.21	11.55	12.45	0.06	3.85	15.77	0.042	13.875
มาตรฐาน									

จากตารางที่ 4.13 ผลจากการทดสอบระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองของนักกีฬามวยไทยสามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักกีฬาในด้านความแรงและความว่องไวในการออกอาวุธได้ เช่น ในการติดของไฟสัญญาณแบบกำหนดรูปแบบไว้ นักกีฬาในระดับทักษะขั้นต้น การเตะครั้งที่ 1 วัดแรงเฉลี่ยได้ 78 นิวตัน ความเร็ว 1.6 วินาที และความแม่นยำในการเตะ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเตะครั้งที่ 3 ในรูปแบบการติดของไฟเหมือนกัน พบว่า แรงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 134.21 นิวตัน ความเร็ว 1.58 ความแม่นยำ 100 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับนักกีฬาในทักษะระดับขั้นปานกลางและระดับสูงที่มีพัฒนาการแสดงในรูปแบบตัวเลขที่ชัดเจนของการทดสอบแต่ละครั้ง

4.2.2.4 การประเมินผลความพึงพอใจของนักกีฬา

การประเมินผลความพึงพอใจในการทดสอบใช้งานระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนองของนักกีฬาและผู้ฝึกสอน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจการทดสอบใช้ระบบการวัดแรงและเวลาการตอบสนอง

หัวข้อประเมิน	เทควันโด		มวยสากล		มวยไทย	
	ระดับความพึงพอใจ		ระดับความพึงพอใจ		ระดับความพึงพอใจ	
1. ชุดทดสอบมีความเหมาะสมกับประเภทกีฬา	5.00	ดีมาก	4.00	ดี	4.67	ดี
2. ความน่าเชื่อถือของแรงที่วัดได้	4.00	ดี	4.00	ดี	3.67	ปานกลาง
3.ความเหมาะสมของความเร็วในการติด-ดับของไฟสัญญาณ	4.33	ดี	3.00	ปานกลาง	2.67	น้อย
4. รูปแบบการสลับของไฟสัญญาณ	4.67	ดี	3.67	ปานกลาง	3.67	ปานกลาง
5. รูปแบบของชุดทดสอบที่ออกแบบมีความเหมาะสม	5.00	ดีมาก	4.00	ดี	4	ดี
6. ความสะดวกในการใช้งานชุดทดสอบและประมวลผล	5.00	ดีมาก	4.00	ดี	4	ดี
7.ความเหมาะสมกับการพัฒนาทักษะของนักกีฬาในระดับต่างๆ	4.67	ดี	4.00	ดี	3.67	ปานกลาง

จากผลการประเมินความพึงพอใจของนักกีฬา พบว่า นักกีฬามีความพึงพอใจในความเหมาะสมของชุดทดสอบ การออกแบบชุดทดสอบและความสะดวกในการใช้งานของชุดทดสอบในระดับ ดีมาก ในขณะที่ความเหมาะสมของการติด-ดับของไฟสัญญาณควรมีการปรับปรุงสำหรับกีฬามวยสากลและมวยไทย เนื่องจากการฝึกซ้อมรูปแบบการต่อสู้และเตะของมวยสากล มวยไทย ไม่เหมือนกับเทควันโด