บทที่ 3

3 .วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขจากการทดลองเก็บข้อมูลการทดสอบใช้ระบบการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองที่ติดตั้งในเสื้อเกราะ โดยทดสอบ 2 แนวทาง คือ

3.1.1 ทดสอบโดยเครื่องกด (Compression Machine) เพื่อทำการปรับเซ็นเซอร์และสร้างสมการการปรับเทียบเซ็นเซอร์

3.1.2 ทดสอบโดยนักกีฬาและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อผลการทดลองและตัวเลขที่แน่นอน นักกีฬา 9 คน จาก 3 ประเภทกีฬาได้มาทดลองการเตะและต่อย

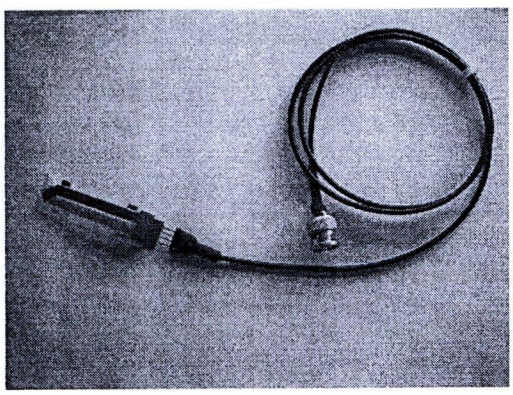
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.2.1 เสื้อเกราะที่ทำติดพีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ สำหรับการติดเซ็นเซอร์นั้นจะติดบริเวณที่เป็นเป้าซึ่งกรรมการจะให้คะแนนตาม กติกาของกีฬาประเภทนั้นๆ จำนวน 5 จุด คือ โดย จุด A เซ็นเซอร์และสัญญาณไฟ ติดตั้งบริเวณหน้าอกฝั่งซ้าย จุด B เซ็นเซอร์ และสัญญาณไฟ ติดตั้งบริเวณหน้าอกฝั่งขวา จุด C เซ็นเซอร์ และสัญญาณไฟ ติดตั้งบริเวณกลางลำตัวบริเวณลิ้นปี่ จุด D เซ็นเซอร์และสัญญาณไฟ ติดตั้งบริเวณข้างลำตัวด้านหน้าบริเวณซี่โครงใต้ราวนมฝั่งซ้ายและ จุด E เซ็นเซอร์และสัญญาณไฟ ติดตั้งบริเวณข้างลำตัวด้านหน้าบริเวณซี่โครงใต้ราวนมฝั่งขวา ตำแหน่งของเซ็นเซอร์ด้านหน้าครอบคลุมบริเวณที่นักกีฬาสามารถออกอาวุธพื้นฐานได้ครบ อาทิเช่น front kick. round kick, side kick, jump kick, swing, back swing, และ chop kick เป็นต้น นอกจากนี้นักกีฬายังสามารถเพิ่มความซับซ้อนของท่าได้เองจากตำแหน่งดังกล่าว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้หรือคำสั่งของผู้ฝึกสอน ตำแหน่งการติดเซ็นเซอร์แสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แสดงจุดการติดเซ็นเซอร์จำนวน 5 จุดที่เกราะ

3.2.2 พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์พร้อมสัญญาณไฟ จำนวน 5 จุด ติดบริเวณ ลำตัว รุ่นของพีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ รุ่น S_25C PVDF ซึ่งมีสารโพลีเอสเตอร์เคลือบไว้ทั้งสองด้าน โดยแต่ละด้านสารโพลีเอสเตอร์มีความหนา 25 นาโนเมตร พื้นที่รับแรงขนาด 5* 5 มิลลิเมตร พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ รุ่น S_25C PVDF แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงพีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ รุ่น S_25C PVDF

3.2.3 ชุดประมวลผลการทดลอง ประกอบด้วย ชุดโปรแกรมการแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้ให้อยู่ในหน่วยของแรง และสายสัญญาณต่างๆ ชุดแสดงผลการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองต่อสัญญาณไฟของนักกีฬา

การวิจัยนี้จะแบ่งการออกแบบและดำเนินการวิจัยเป็น 2 เฟส ด้วยกัน คือ เฟสที่ 1 เป็นการออกแบบวงจรโดยมีสายเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเซ็นเซอร์ PVDF และแผงวงจร PVDF อินเตอร์เฟสบอร์ด สำหรับเฟสที่ 2 เป็นการพัฒนาสู่การเชื่อมต่อแบบไร้สายและนำปัญหาที่ค้นพบในเฟส1มาปรับปรุงแก้ไข

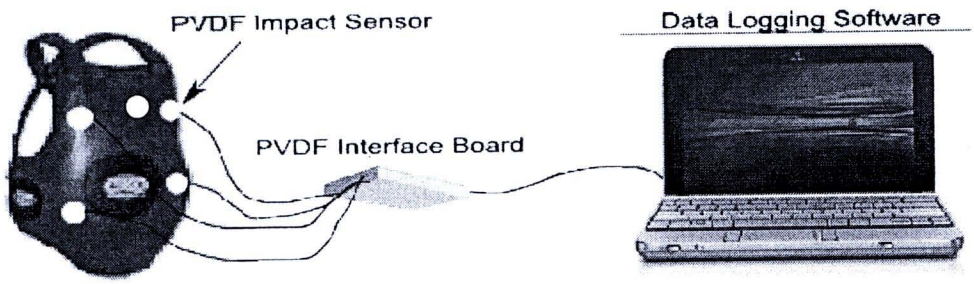
3.3 ส่วนประกอบและการออกแบบวงจรการวัดแรงและเวลาการตอบสนองของเฟส 1

เซ็นเซอร์วัดแรงกระแทก PVDF จะติดตั้งห้าตำแหน่งบนเสื้อเกาะพร้อมกับหลอดไฟแอลอีดีที่ใช้แสดงตำแหน่งของเซ็นเซอร์ สายสัญญาณจะเชื่อมต่อกับแผงวงจรอินเตอร์เฟส และเชื่อมต่อเข้ากับพีซีผ่านทางพอร์ตขนาน โปรแกรมบันทึกข้อมูลจะควบคุมการแสดงไฟบ่งตำแหน่งและตรวจจับการกระแทก ข้อมูลที่อ่านได้จะบันทึกเป็นไฟล์ข้อมูลแบบ CSV สามารถเปิดได้โดยโปรแกรมกระดานคำนวณได้โดยง่าย อุปกรณ์การวัดแรงและเวลาการตอบสนองเฟสที่ 1 แสดงดังรูปที่ 3.3 โดยส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

3.3.1 PVDF impact sensor จำนวน 5 ตัว

3.3.2 แผงวงจร PVDF อินเตอร์เฟสบอร์ด

3.3.3 โปรแกรมบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์การวัดแรงและเวลาการตอบสนองเฟส 1

3.3.1 เซ็นเซอร์วัดแรงกระแทก PVDF (PVDF impact sensor)

เซ็นเซอร์วัดแรงกระแทก PVDF และหลอดไฟแอลอีดีที่ติดตั้ง 5 ตำแหน่งบนเสื้อเกราะ ดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 แสดงการติดตั้งเซ็นเซอร์และสัญญาณไฟบนเสื้อเกราะ

3.3.2 แผงวงจร PDVF Interface Board

สายสัญญาณจากเซ็นเซอร์จะเชื่อมต่อกับแผงวงจรอินเตอร์เฟส สำหรับแผงวงจร PVDF อินเตอร์เฟสบอร์ด สามารถแสดงบล็อกไดอะแกรมและองค์ประกอบวงจรได้ดังรูปที่ 3.5 โดยองค์ประกอบวงจร ประกอบด้วย

3.3.2.1. Charge Amplifier วงจรขยายประจุไฟฟ้าจะทำหน้าที่แปลงประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจาก PVDF เมื่อมีแรงกระแทก ให้เป็นแรงดันไฟฟ้า

3.3.2.2. Analog Selector วงจรเลือกช่องสัญญาณอะนาลอก

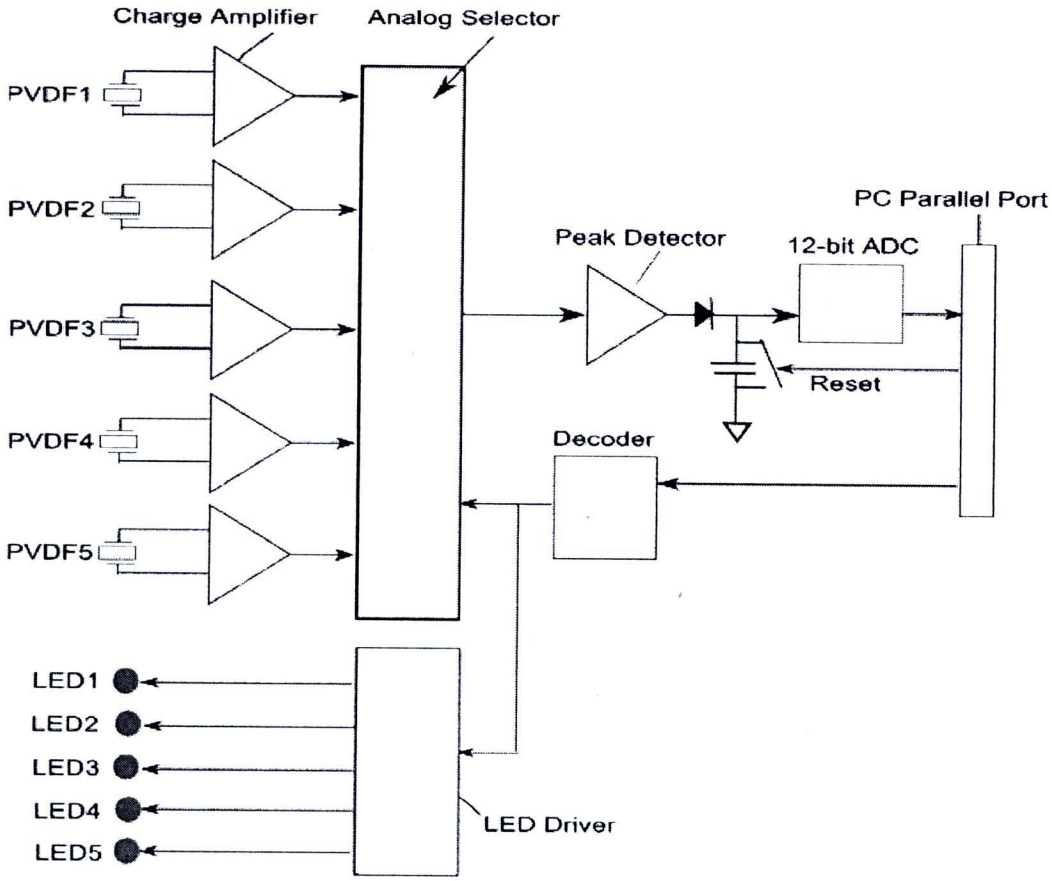
3.3.2.3. Peak Detector วงจรตรวจจับแรงดันพีค

3.3.2.4. 12-bit ADC วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ขนาด 12 bit

3.3.2.5. Decoder วงจรถอดรหัสตัวเลข BCD เป็นสิบช่องสัญญาณ

3.3.2.6. LED Driver วงจรขับแอลอีดี

3.3.2.7. PC Parallel Port พอร์ตเชื่อมต่อกับพีซีแบบขนาน

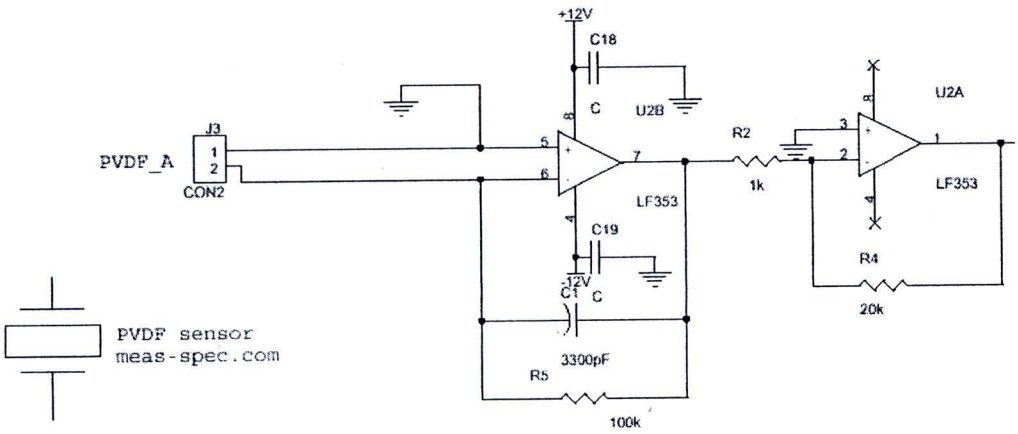


รูปที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมแผงวงจรอินเตอร์เฟสพีวีดีเอฟเซ็นเซอร์

หลักการทำงานของแผงวงจร PDVF อินเตอร์เฟสบอร์ด โดยการควบคุมด้วยโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วยการส่งข้อมูลออกจากพอร์ตขนานไปยัง วงจร Decoder เพื่อกำหนดช่องสัญญาณที่จะอ่าน วงจร Analog Selector และ วงจร LED Driver จะรับข้อมูลเลือกช่องสัญญาณพร้อมกันเป็นคู่ กล่าวคือ ช่องสัญญาณที่ 1 จะทำให้หลอดไฟแอลอีดี 1 สว่างและ สัญญาณจาก PVDF1 จะถูกเลือกให้ต่อกับวงจร Peak Detector ตัวเก็บประจุของวงจร Peak Detector จะถูกคายประจุด้วยสัญญาณ Reset เมื่อมีแรงกระแทกที่เซ็นเซอร์ PVDF1 วงจร Charge Amplifier จะแปลงปริมาณประจุที่เกิดขึ้นให้เป็นสัญญาณพัลส์ ค่าแรงดันพีคจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงกระแทก วงจร Peak Detector จะจับแรงดันพีค ป้อนให้กับ วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอก (Analog Signal) เป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) ขนาด 12 bit ข้อมูลดิจิตอลที่แปลงได้จะส่งต่อไปยังโปรแกรมบันทึกข้อมูลผ่านทางพอร์ตขนาน ในทำนองเดียวกัน ช่องสัญญาณลำดับถัดไปจะมีการทำงานเช่นเดียวกัน

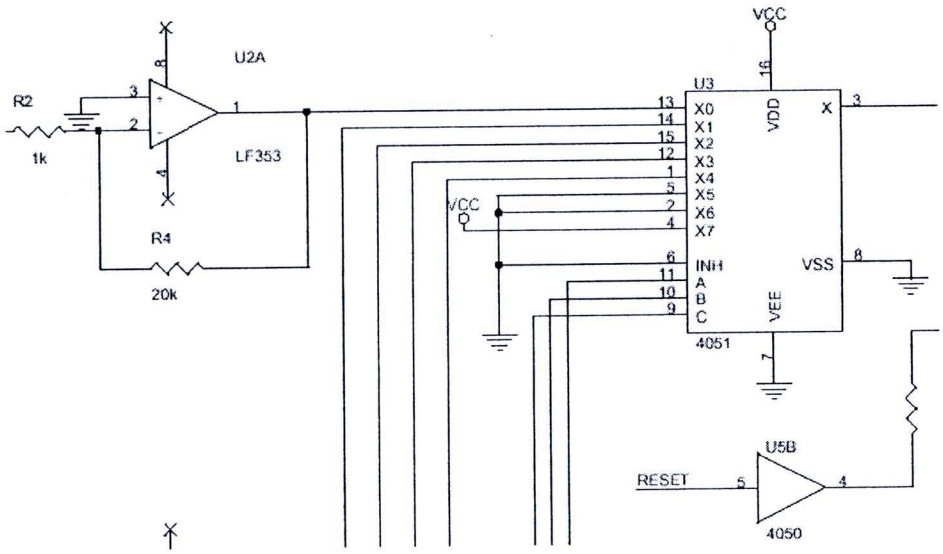
สำหรับรายละเอียดขององค์ประกอบวงจรทั้ง 7 องค์ประกอบ มีดังนี้

3.3.2.1 วงจร Charge Amplifier หรือ Charge Integrator สร้างด้วยเฟตออปแอมป์ LF353, U2B ตัวเก็บประจุ C1, 3330pF ต่อเป็นตัวเก็บประจุอ้างอิง ทำหน้าที่รับประจุที่เกิดขึ้นจาก PVDF เซ็นเซอร์ และแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ ขั้วเอาท์พุต ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจร Charge Amplifier

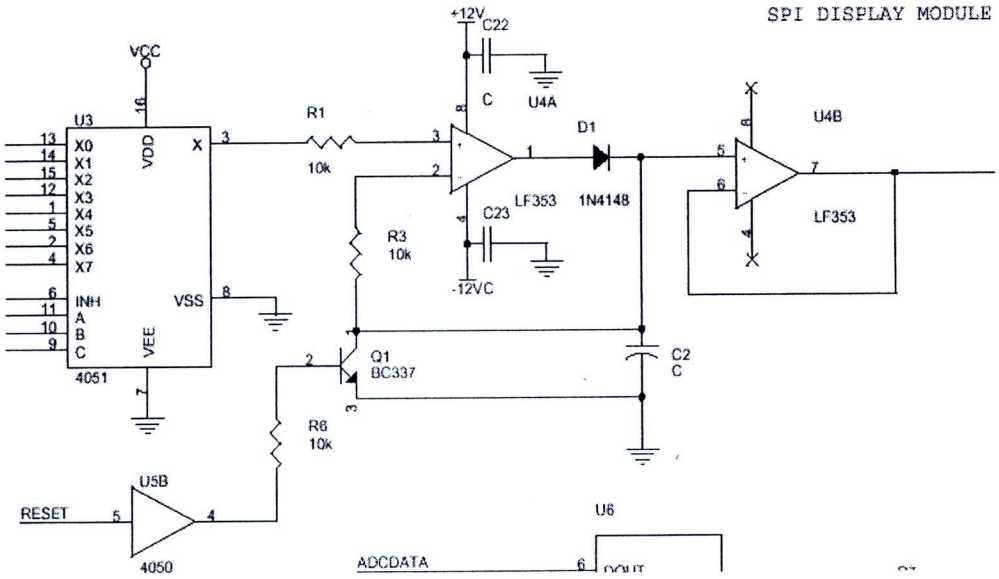
3.3.2.2 วงจร Analog Selector สร้างด้วยซีมอสไอซีเบอร์ CD4051 สัญญาณจากวงจร Charge Amplifier ทั้ง ห้าช่องจะส่งมายัง ช่องอินพุต X0, X1, X2, X3, X4 สัญญาณที่ใช้เลือกช่องอินพุต A, B, C จะรับมาจากวงจรถอดรหัส ช่องสัญญาณที่ถูกเลือกจะส่งออกที่ขา ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจร Analog Selector

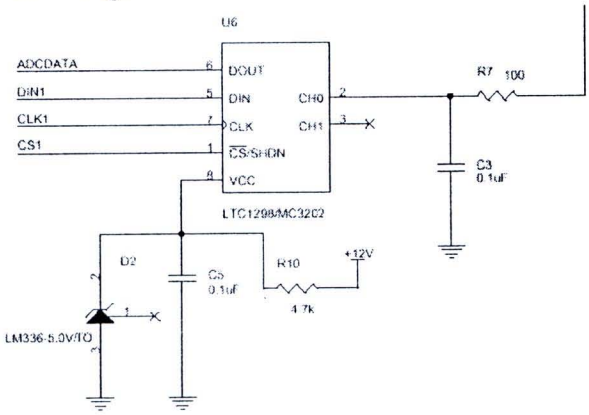
3.3.2.3 วงจร Peak Detector สร้างด้วยเฟตออปแอมป์ LF353, U4A, D1, C2 และ Q1 แรงดันที่รับมาจาก U3 จะส่งผ่านไดโอด D1 ประจุไปยัง C2 Q1 เป็นวงจรรีเซ็ตค่าแรงดันเริ่มต้นให้เป็นศูนย์

ควบคุมโดยขาสัญญาณรีเซ็ต ผ่านบัฟเฟอร์ U5B สัญญาณพีคที่ตรรวจจับได้จะเป็นค่าแรงดันสูงสุด ป้อนผ่านวงจรขับ U4B ไปยังวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจร Peak Detector

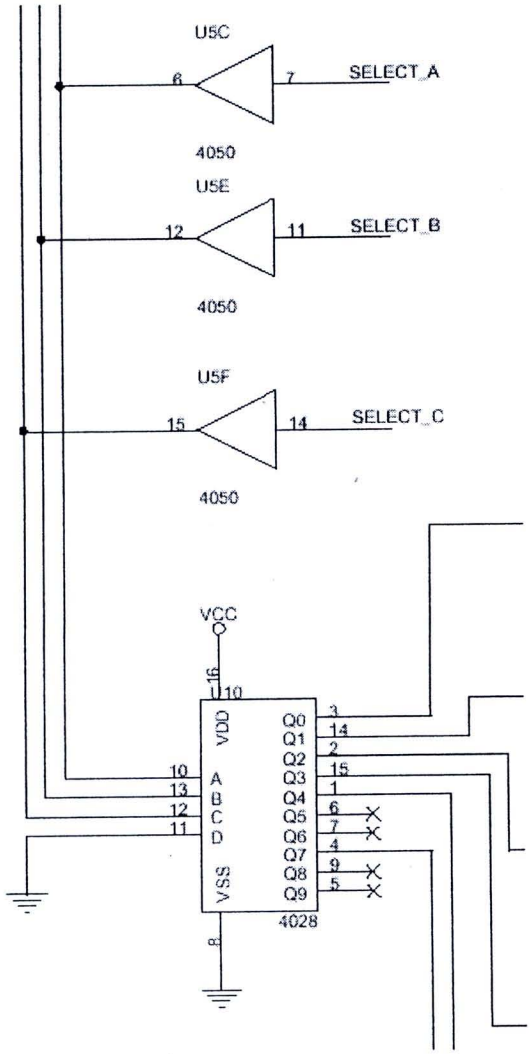
3.3.2.4 วงจร 12-bit ADC สร้างด้วยไอซีเบอร์ LTC1298/MC3202 ภายในมีวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาดความละเอียด 12-bit สัญญาณที่ได้จากตัวตรวจจับพีคจะป้อนเข้าที่ CH0 ผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ LPF (Low pass filter) สร้างด้วย R7-C3 สัญญาณควบคุมวงจร ADC นี้ได้แก่ ADCDATA, DIN1, CLK1, และ CS1 ศักย์ไฟฟ้าอ้างอิง +5V ป้อนที่ขา VCC กำเนิดโดยเซเนอร์ไดโอด D2, LM336-5.0 ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจร Peak Detector

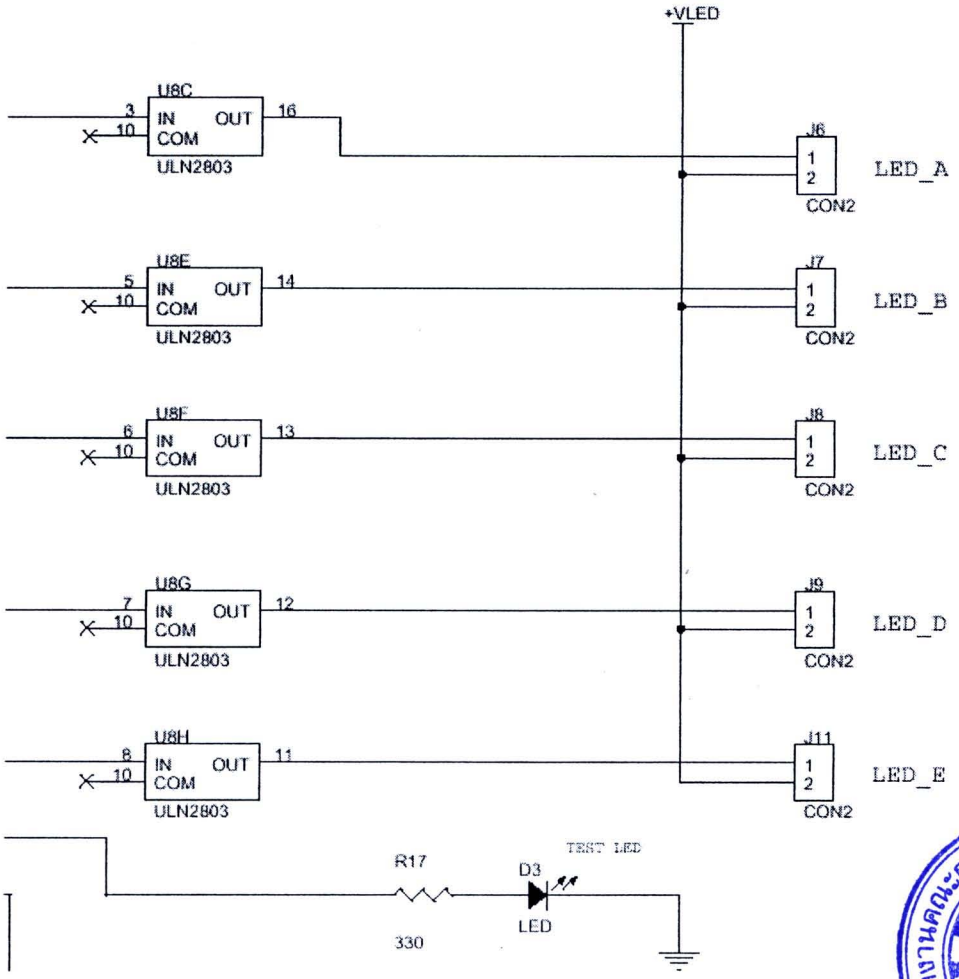
3.3.2.5 วงจร Decoder U10 สร้างด้วยซีมอสไอซีเบอร์ CD4028 รับสัญญาณควบคุม A, B, C, D จาก พอร์ตขนาน และกำเนิดเอาท์พุตลอจิกสูง จำนวนสิบช่องได้แก่ Q0, Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7,

Q8, Q9 สำหรับหลอดแอลอีดี ที่ใช้ระบุตำแหน่งของ PVDF sensor นั้นมีเพียงห้าจุด ได้ใช้ Q0, Q1, Q2, Q3 และ Q4 เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจร Decoder

3.3.2.6 วงจร LED Driver สร้างด้วยไอซีเบอร์ ULN2803 มีวงจรขับกระแสทั้งหมดแปดช่อง ภายในแต่ละช่องเป็นวงจรขยายกระแสทรานซิสเตอร์ชนิดดาร์ลิงตัน กระแสที่ใช้ขับหลอดแอลอีดีเป็นกระแสซิงค์ เชื่อมกับแอลอีดีขาแคโทรด ส่วนขาแอโนดจะต่อร่วมกันไปที่แหล่งจ่ายไฟตรง +VLED ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจร LED Driver

3.3.2.7 วงจร PC Parallel Port วงจรทั้งหมดจะได้รับการควบคุมผ่านทางพอร์ตขนานของเครื่องพีซี ดังแสดงในรูปที่ 3.12 โดยขั้วที่ใช้ต่อเป็นชนิด DB25 มีขาสัญญาณทั้งหมด 25 ขา หน้าที่ของแต่ละขาเป็นดังนี้

ขา 2 เป็นขาส่งข้อมูลชนิดอนุกรมใช้ต่อเข้ากับ ตัวแปลง ADC

ขา 3 เป็นขากำเนิดสัญญาณนาฬิกา ใช้ต่อเข้ากับ ตัวแปลง ADC

ขา 4 เป็นขากำเนิดสัญญาณ เลือกชิพ CS1 ใช้ต่อเข้ากับ ตัวแปลง ADC

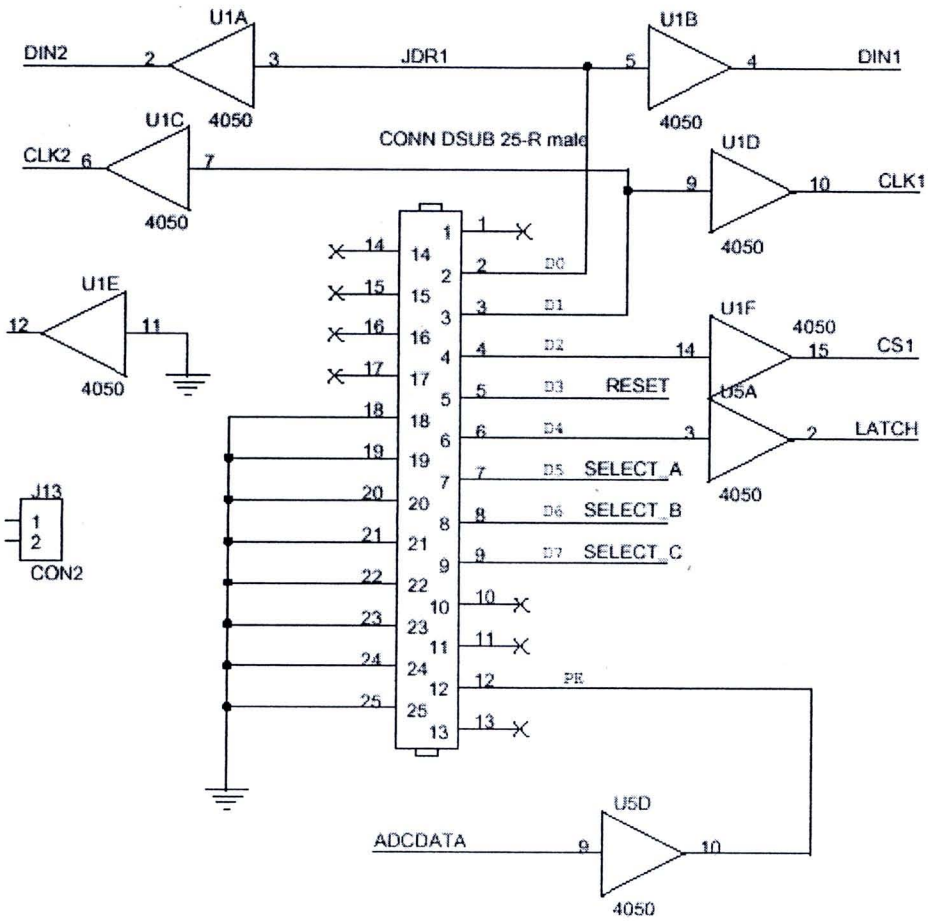
ขา 5 เป็นขากำเนิดสัญญาณรีเซ็ต ใช้ควบคุมวงจร peak detector

ขา 7, 8, 9 เป็นขากำเนิดสัญญาณป้อนให้กับวงจร decoder

ขา 12 เป็นขารับข้อมูลชนิดอนุกรมที่แปลงได้จากตัวแปลง ADC

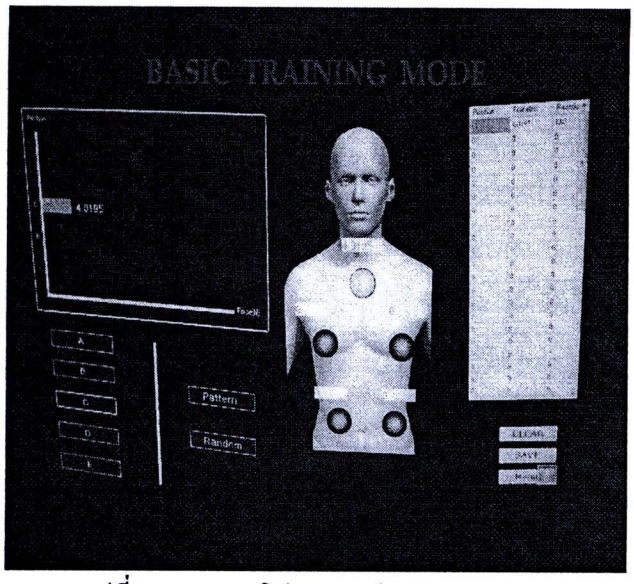
ขา 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 เป็นขาระดับกราวน์ศูนย์โวลท์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



รูปที่ 3.12 วงจร PC Parallel Port

3.3.3 โปรแกรมบันทึกข้อมูล สายสัญญาณจะเชื่อมต่อจากแผงวงจรเชื่อมต่อเข้ากับพีซีผ่านทางพอร์ตขนาน โปรแกรมบันทึกข้อมูลจะควบคุมการแสดงไฟบ่งตำแหน่งและตรวจจับการกระแทก ข้อมูลที่อ่านได้จะบันทึกเป็นไฟล์ข้อมูลแบบ CSV สามารถเปิดได้โดยโปรแกรมกระดานคำนวณได้โดยง่าย ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงโปรแกรมประมวลผล

หน้าจอของโปรแกรมประกอบด้วย

1)ระดับความชำนาญของนักกีฬาซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ Basic Training Mode, Advanced Training Mode และ Expert Training Mode

2) ตารางแสดงค่าแรงและเวลาการตอบสนอง

3) รูปจุดการติดของไฟสัญญาณ

4) รูปแบบการติดของไฟซึ่งเป็น 3 แบบ คือ แบบกำหนดตำแหน่งแน่นอน (Pattern) แบบสุ่ม (Random) และ ผู้ฝึกสอนกำหนดเอง (A-E)

5) กราฟแสดงขนาดแรงของตำแหน่งต่างๆ

3.4 การออกแบบการติดของสัญญาณไฟ

3.4.1 การแบ่งระดับทักษะของนักกีฬา

ทั้งเฟส1และเฟส 2 ความเร็วของการติดขึ้นของสัญญาณไฟนี้จะแบ่งตามระดับทักษะความสามารถของนักกีฬา โดยทักษะของนักกีฬาสามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต้น ระดับกลาง และระดับสูง ในการพัฒนาทักษะแต่ละระดับมีความต้องการการฝึกซ้อมที่แตกต่างกัน ดังนี้

3.4.1.1 ระดับต้น หมายถึง ผู้ที่เพิ่งเริ่มเล่นกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัว อาทิเช่น ผู้ที่เล่นกีฬาเทควันโดในระดับสายขาวถึงสายเขียว ในการวัดความแรงและความเร็วของการต่อยจึงเป็นการวัดในท่าพื้นฐานของกีฬาศิลปะป้องกันตัวประเภทนั้นๆ

3.4.1.2 ระดับกลาง หมายถึง ผู้ที่เล่นกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัวเป็นเวลา 2-3 ปีขึ้นไป อาทิเช่น ผู้ที่เล่นกีฬาเทควันโดในระดับสายสายน้ำเงินถึงสายแดง การวัดความแรงและความเร็วของการต่อยและเตะในท่าที่ใช้เทคนิคมากขึ้นของศิลปะป้องกันตัวประเภทนั้นๆ โดยฝึกให้เกิดทักษะที่สัมพันธ์

กับความไวของสายตา มีการโปรแกรมสัญญาณไฟให้ซับซ้อนมากขึ้น สัญญาณไฟจะปรากฏเร็วขึ้นและมีความหลากหลายของตำแหน่งมากขึ้น

3.4.1.3 ระดับสูง หมายถึง ผู้ที่เล่นกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัวเป็นเวลา 3 ปีขึ้นไป อาทิเช่น ผู้ที่เล่นกีฬาเทควันโดในระดับสายสายน้ำตาลดั้งหนึ่งหรือสูงกว่านั้น การวัดความแรงและความเร็วของการต่อยในท่าที่ใช้เทคนิคขั้นสูงของศิลปะป้องกันตัวประเภทนั้นๆ โดยมุ่งให้อวัยวะของผู้ฝึกเกิดสัญชาตญาณในการออกท่าต่างๆด้วยความเร็วและแรงโดยอัตโนมัติเมื่อมีการแข่งหรือต่อสู้ มีการโปรแกรมสัญญาณไฟให้ซับซ้อน สัญญาณไฟจะปรากฏอย่างรวดเร็วและมีความหลากหลายของตำแหน่งมาก

3.4.2 การติดของสัญญาณไฟที่ใช้วัดความเร็วและเวลาในการตอบสนองของนักกีฬานั้น มีการกำหนดระยะห่างของการติดสัญญาณไฟที่แตกต่างกันตามระดับทักษะของนักกีฬา เนื่องจากในการฝึกซ้อมจริง นักกีฬาต้องใช้เวลาในคิดท่าที่เหมาะสมกับระยะและจังหวะของคู่ต่อสู้ เนื่องจากการเตะในตำแหน่งเดิม เราสามารถใช้ท่าที่ต่างกันไปได้เช่น ในกีฬาเทควันโด นักกีฬาอาจเตะท่า Back kick - jump kick- side kick ในจุดเดิมต่อกัน เรียกว่าการเตะแบบต่อเนื่องหรือ combination kick ซึ่งเวลา 1 วินาทีเพียงพอกับการเปลี่ยนท่าในทักษะระดับสูง รูปแบบการติดของสัญญาณไฟ จะมี 3 แบบ คือ

3.4.2.1 สัญญาณไฟอัตโนมัติที่ไฟจะติดขึ้นแบบกำหนดรูปแบบที่แน่นอน โดยมีการโปรแกรมสัญญาณไฟให้ปรากฏขึ้นแบบถี่และใช้ตำแหน่งซ้ำๆกันเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการออกหมัดของนักกีฬา และใช้วัดพัฒนาการของนักกีฬาเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกซ้อมว่ามีความแรงและแม่นยำมากขึ้นเพียงใดเมื่อมีการต่อยและเตะจุดเดิมซ้ำกัน ความเร็วของการติดของสัญญาณไฟและความสลับซับซ้อนจะเร็วและซับซ้อนมากขึ้นตามระดับทักษะของนักกีฬา เช่น นักกีฬาที่ฝึกซ้อมในระดับต้น (สายขาว-เขียว) ไฟจะติดตามจุด A-E สลับกันไป โดยจะติดค้างไว้ในแต่ละจุด 3 วินาที แล้วจะสลับไปติดอีกจุดในเวลา 3 วินาที ใช้เวลาทั้งหมดต่อการซ้อม 1 รอบ คือ 1 นาทีเพื่อให้นักกีฬาได้ต่อยแล้ววัดความแรงในการต่อยและเวลาในการตอบสนอง ท่าบังคับในการฝึกสอนระดับนี้ คือ Front kick, Round kick, Side kick และ Punch สำหรับการติดของไฟนี้ออกแบบโดยผู้ฝึกสอนที่ชำนาญโดยจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) E D D D B E E D C A C C A E D C B E C D D

2) D E D E B E C D E B E D B B D C D A B D

สำหรับนักกีฬาที่ฝึกซ้อมในระดับกลาง (สายน้ำเงิน-น้ำตาล) ไฟจะติดตามจุด A-E สลับกันไป โดยจะติดค้างไว้ในแต่ละจุด 2 วินาที แล้วจะสลับไปติดอีกจุดในเวลา 2 วินาที ใช้เวลาทั้งหมดต่อการซ้อม 1 รอบ คือ 1 นาที เพื่อให้นักกีฬาได้ต่อยแล้ววัดความแรงในการต่อยและเวลาในการตอบสนอง ท่าบังคับในการฝึกสอนระดับนี้ คือ Back fist, Turn round, Hook, Back และนักกีฬาที่ฝึกซ้อมในระดับสูง (สายแดง-ดำ) ไฟจะติดตามจุด A-E สลับกันไป โดยจะติดค้างไว้ในแต่ละจุด 1 วินาที แล้วจะสลับไปติดอีกจุดในเวลา 1 วินาที

ในระดับนี้จะแบ่งเป็นเซตการติดของไฟ ให้แต่ละเซตห่างกัน 3 วินาที เพื่อให้นักกีฬาได้ต่อยแล้ววัดความแรงในการต่อยและเวลาในการตอบสนอง ท่าบังคับในการฝึกสอนระดับนี้ คือ Jump Back, Swing, Jump Swing และ Side Back

3.4.2.2 การติดของไฟแบบสุ่มซึ่งโปรแกรมจะสุ่มการติดขึ้นของไฟ โดยต้องให้ไฟแต่จุดติดค้างไว้ 3 วินาทีแล้วสลับไปติดจุดอื่นภายใน 3 วินาทีเพื่อพัฒนาทักษะในเรื่องเร็วและความแม่นยำเมื่อมีความหลากหลายของการติดไฟที่ตำแหน่งต่างๆ

3.4.2.3 สัญญาณไฟที่ผู้ฝึกสอนกำหนดเวลาในการติดด้วยตนเองโดยการกดสัญญาณนั้นตามแต่ที่ผู้ฝึกสอบเห็นสมควรเพื่อเน้นพัฒนาเฉพาะจุดที่ต้องการและสามารถจำลองรูปแบบการต้อสู้ของคู่แข่งมาใช้ในการฝึกซ้อมเพื่อแก้เกมส์การแข่งขันได้

3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1การทดสอบระบบการวัดแรงและความเร็วการตอบสนองโดยเครื่องกด (Compression Machine) ทำการทดสอบ โดยใช้แรงกดกระแทก กดกระแทกที่เสื้อเกราะตามจุดที่ติดเซ็นเซอร์ แล้วบันทึกค่าที่เซ็นเซอร์สามารถอ่านค่าได้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละน้ำหนัก แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคำนวณหาสมการ เพื่อใช้เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ในการปรับตัวเลขที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ในกรณีที่นำไปใช้งานจริง

3.5.2 การทดสอบโดยนักกีฬาและผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการทดสอบใช้งานจริงของระบบการวัดแรงและการตอบสนอง ใน 3 ประเภทกีฬา คือ เทควันโด มวยสากล และมวยไทย โดยในแต่ละประเภทกีฬา ได้แบ่งนักกีฬาออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต้น-กลาง-สูง เพื่อใกล้เคียงกับการแบ่งระดับสายในกีฬาเทควันโดและกีฬาศิลปะป้องกันตัวประเภทอื่น และก่อนทำการทดลอง นักกีฬาได้ทำความคุ้นเคยกับเสื้อเกราะ ตำแหน่งไฟ และ ได้ทดลองเตะเพื่อทำการอบอุ่นร่างกายและสร้างความเคยชินกับตำแหน่งของไฟและพื้นผิวของเสื้อเกราะ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอาการบาดเจ็บล่วงหน้าที่อาจเกิดจากการทดลอง ในการทดสอบเมื่อนักกีฬาเห็นสัญญาณไฟที่เกิดขึ้นที่เซ็นเซอร์จุดใดก็ให้นักกีฬาทำการต่อยที่เซ็นเซอร์จุดนั้น เซ็นเซอร์จะทำการวัดแรงต่อยนั้นแล้วส่งผลนั้นมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลต่อไป สำหรับความเร็วในการตอบสนองต่อสัญญาณไฟนั้นชุดคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกระยะเวลาในการตอบสนองของนักกีฬาไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนานักกีฬาต่อไป