

การพัฒนาออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ เพื่อใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า
ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์

ของ

ธนพรพรหม เหมเชื้อ

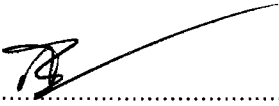
เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา

มีนาคม 2542

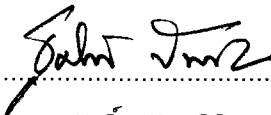
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
เทคโนโลยีทางการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

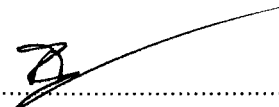
คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน

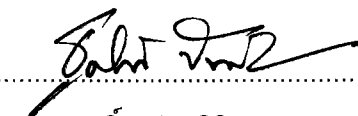
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ ลิกขาบัณฑิต)

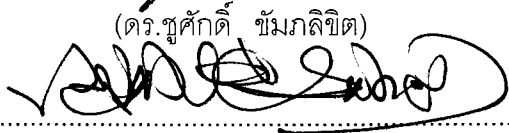
.....กรรมการ
(ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต)

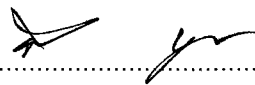
คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

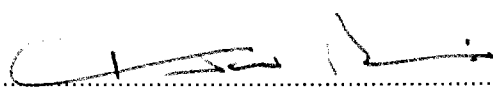
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ ลิกขาบัณฑิต)

.....กรรมการ
(ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิราภรณ์ บุญส่ง)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่...1...เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุรัช
ลักษณะิต ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิต รองศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และผู้ช่วย
ศาสตราจารย์จิราภรณ์ บุญส่ง ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง
อันเป็นผลก่อให้เกิดความสำเร็จขึ้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และ
ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณสถาบันการศึกษา ดร.สนอง ทองปาน ดร.ทวีพล
จุฑาพล และคณะผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการวิจัยครั้งนี้
อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณอาจารย์แสงจันทร์ เหมเชื้อ เด็กชายธนวรรษ เหมเชื้อ เด็กหญิงแพรวพรรณ
เหมเชื้อ และเพื่อนๆ ทุกท่านที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัย

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่อง
บูชาพระคุณของพ่อแม่และครูอาจารย์ทุกท่าน ผู้วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

ธนวรรษ เหมเชื้อ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ.....	8
หลักการของออสซิลโลสโคป.....	8
หลักการของโทรทัศน์ขาวดำ.....	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน.....	19
ความหมายของสื่อการสอน.....	19
ประเภทของสื่อการสอน.....	20
หลักการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.....	24
คุณค่าของสื่อการสอน.....	26
ลักษณะของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ดี.....	29
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทนและสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์.....	30
ความหมายของอุปกรณ์ทดแทน.....	30
คุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน.....	31
ความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน.....	33
ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์ทดแทน.....	33
แหล่งวัสดุทดแทน.....	36
สิ่งที่ควรพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน.....	36
หลักในการผลิตอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย.....	40

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรื่องสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า	
ในวิชาวิทยาศาสตร์.....	41
รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรื่อง สัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	41
ปัญหาและอุปสรรคของการเรียนการสอนเรื่อง สัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า	
ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	43
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.....	44
ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.....	44
ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนา.....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	47
งานวิจัยในประเทศ.....	47
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	50
สมมติฐานของการวิจัย.....	52
3 วิธีดำเนินการวิจัย	53
การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ	53
การประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ	59
4 ผลการวิจัย	62
ผลการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ	62
ผลการประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ	68
5 สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ.....	71
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	71
สมมติฐานของการวิจัย.....	71
วิธีดำเนินการวิจัย.....	71
ผลการวิจัย.....	74
การอภิปรายผลการวิจัย.....	74
ข้อเสนอแนะ.....	76

บรรณานุกรม..... 78

ภาคผนวก. 84

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 105

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ของแบบประเมินคุณภาพด้านประสิทธิภาพ.....	60
2	แสดงความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ของแบบประเมินคุณภาพด้านการส่งเสริมการเรียนรู้...	61
3	แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านประสิทธิภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ ขาวดำ.....	68
4	แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ของออสซิลโลสโคป จากโทรทัศน์ขาวดำ.....	69
5	แสดงรายละเอียดงบประมาณในการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ	70
6	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของ ผู้เชี่ยวชาญ	89
7	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของประเมินด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ของ ผู้เชี่ยวชาญ.....	90
8	แสดงคุณลักษณะของแบบประเมินคุณภาพของแบบประเมิน ด้านประสิทธิภาพ.....	92
9	แสดงคุณลักษณะของแบบประเมินคุณภาพของแบบประเมิน ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้.....	93
10	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของออสซิลโลสโคปที่มีใช้ในโรงเรียนกับออสซิลโลสโคป จากโทรทัศน์ขาวดำ.....	95

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงลักษณะของออสซิลโลสโคปทั่วไป.....	9
2 แสดงโครงสร้างระบบการทำงานของออสซิลโลสโคปทั่วไป.....	9
3 แสดงโครงสร้างหลอดภาพที่ใช้การเบี่ยงเบนทางไฟฟ้า.....	11
4 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนโดยใช้สนามไฟฟ้า.....	11
5 แสดงลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบเส้นลวดตัวนำและ ลำอิเล็กตรอน.....	13
6 แสดงโครงสร้างหลอดภาพที่ใช้การเบี่ยงเบนโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า.....	13
7 แสดงลักษณะของไส้และอุปกรณ์ประกอบ.....	13
8 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางแนวนอน.....	14
9 แสดงลักษณะการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางแนวตั้ง.....	16
10 แสดงโครงสร้างหลอดภาพของออสซิลโลสโคปทั่วไป.....	17
11 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างหลอดภาพของออสซิลโลสโคปทั่วไป กับออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ.....	18
12 วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ในการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ.....	53
13 วงจรรวมของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ.....	54
14 ผังรวมของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ.....	55
15 แสดงวงจรชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	55
16 แสดงวงจรชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	56
17 แสดงวงจรชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	57
18 ลักษณะของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ประกอบแล้ว.....	58
19 ลักษณะคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ.....	58
20 แสดงส่วนประกอบชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	62
21 แสดงส่วนประกอบชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	63
22 แสดงส่วนประกอบชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	63
23 รูปร่างของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ.....	64
24 แสดงการทำงานของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำเมื่อจ่ายกระแสไฟเข้า.....	64

25	แสดงรูปสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าแบบต่างๆ.....	65
26	แสดงการเปรียบเทียบเมื่อใช้และไม่ใช้ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า.....	65
27	แสดงรูปสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ขาวดำ.....	66
28	แสดงลักษณะของความถี่คลื่นเสียง.....	66
29	แสดงการเปรียบเทียบรูปสัญญาณคลื่นเสียงที่ความถี่ต่างกัน.....	67

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จากอดีตถึงปัจจุบันประเทศไทยยังคงพึ่งพาการนำเข้าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำเร็จรูปจากต่างประเทศ ทั้งในด้านองค์ความรู้ และผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มศักยภาพของประเทศในการพัฒนาต่างๆ และการแข่งขันทั้งในด้านการผลิตอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการบริการ การสื่อสารโทรคมนาคม การแพทย์และสาธารณสุข สิ่งแวดล้อม เป็นต้น ทั้งนี้เพราะขีดความสามารถของไทยในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนาและสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของประชาชนคนไทยเฉลี่ยยังอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะการให้ความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และการสร้างระบบการคิด การทำงานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ หรือเป็นระบบตั้งแต่ระดับพื้นฐาน มองวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องเข้าใจยากสลับซับซ้อนต่างๆ ที่วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญต่อระบบการคิดของมนุษย์และเป็นความรู้ที่มนุษย์เฝ้าหาเพื่อเรียนรู้ความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว และธรรมชาติในตัวเอง (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 19)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทย ในปัจจุบันเป็นไปตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้น โดยสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) เป็นผู้จัดทำขึ้น ซึ่งมีจุดประสงค์ 5 ประการคือ 1) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตวงจำกัดทางวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 4) เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ 5) เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลผลกระทบ และประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม (กรมวิชาการ.2532 :37) ดังนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวในการสอนจึงใช้กิจกรรมการปฏิบัติการทดลองเป็นช่องทางให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการลงมือกระทำทดลองโดยเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ เป็นสำคัญ (ก่อ สวัสดิพานิชย์.2535 : 63) การเรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการทดลองมีคุณประโยชน์นานับประการที่สำคัญที่สุด ประการหนึ่งคือช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายรวดเร็ว ทำให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจ (เจริญ บุญญรัตน์.2511 : 26) ตลอดจนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การควบคุมตัวแปร การบันทึกข้อมูล การอภิปรายร่วมกับครูและนักเรียนในชั้นเรียน รวมทั้งการสรุปสาระสำคัญของการทดลองซึ่งน่าจะนำไปสู่

แนวคิดและหลักการที่สำคัญของบทเรียน (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2520 : 2) อันจะยังผลให้เกิดการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณค่าได้ในที่สุด

อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่ของประเทศไทย ยังไม่บรรลุผลเท่าที่ควรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านทักษะการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์การทดลองบางการทดลองมีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอแก่ความต้องการของผู้เรียน (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2535 : 3) จากการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อุปกรณ์และเครื่องมือ การทดลองในบางเนื้อหาหรืออุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้อยู่อาจไม่เหมาะสมกับเนื้อหาเพียงพอ เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนใหญ่มีราคาแพงทางโรงเรียนไม่สามารถจัดหามาใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนได้โดยเฉพาะโรงเรียนมัธยมที่มีขนาดกลางและขนาดเล็ก (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2526 :19-20) ปัญหาดังกล่าวย่อมส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสพัฒนา ความรู้ความสามารถได้สูงสุด ตามศักยภาพของตนเอง อันเป็นการขัดต่อหลักการจัดการศึกษา ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)ที่ต้องการจัดการศึกษาเพื่อค้นหาความสามารถความถนัดและความสนใจของตนเอง (กรมวิชาการ.2533 : 1) อีกทั้งสร้างระบบการคิดการทำงานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์อีกด้วย (แผนพัฒนาการศึกษา แห่งชาติ ฉบับที่ 8.2539 : 19)

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่ง ที่ต้องอาศัยความเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับความเป็นจริง และ ปรากฏการณ์ธรรมชาติทั้งหลายโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ด้านฟิสิกส์ถือเป็นพื้นฐานหนึ่งในการ พัฒนาประเทศให้เจริญ และนำไปสู่การพัฒนาด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีด้านต่างๆ ที่สำคัญที่สุดก็คือการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถค้นหาสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นหลักสูตรมัธยมศึกษา ตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กำหนดให้วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาบังคับและ วิชาเลือกเสรี เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูงของนักเรียน (อดิสร มณีสิริ.2537 : 1) ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่ผ่านมา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีได้ทำการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับระบบการศึกษามุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาได้ แต่จากติดตามการใช้หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ผ่านมาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไม่บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และ ประสบปัญหานักเรียนสอบไม่ผ่านวิชาฟิสิกส์เป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2531 ตามจุดประสงค์ หลักทั่วประเทศ 12 เขตการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งนับว่า

น้อยมาก (กระทรวงศึกษาธิการ.2533 : 223) สาเหตุที่ทำให้นักเรียนประสบความล้มเหลวเพราะในการเรียนการสอนครูเน้นผลสุดท้ายคือการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์แบบฝึกหัดครูส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการสอนเน้นเฉพาะการคำนวณและท่องจำ โดยไม่มีการสอนความรู้ความเข้าใจตลอดจนความคิดรวบยอด (สมนึก บุญใสว.2534 :19) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในส่วนของเนื้อหาพบว่า ยังคงเป็นการนำเสนอเนื้อหาที่ยึดการทดลองเป็นหลักในชั้นการสอน แต่ครูผู้สอนส่วนมากละเลยไม่เห็นคุณค่าของการทดลองในส่วนดังกล่าวนี้ จึงเป็นปัญหาของนักเรียนเกี่ยวกับการอธิบายขั้นตอนการทดลอง (สนอง ทองปาน.2537 : 2)

สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ที่มีสอดแทรกอยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ วิชาฟิสิกส์ ว 021, ว 023, ว 025 และ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง เสียงในชีวิตประจำวัน ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก (กรมวิชาการ.2533 : 111-112) นับเป็นเนื้อหาหนึ่งที่ทางโรงเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติจริงได้ระดับหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากขาดแคลนอุปกรณ์การสอนและอุปกรณ์การสอนบางชนิดที่สามารถนำประกอบทดลองได้ดีก็มีราคาแพง (ชูเกียรติ ชัยชนะดารา.2532 : 8)

วิธีการที่ช่วยแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากการขาดแคลนสื่อการสอนดังกล่าวก็คือ การผลิตอุปกรณ์อย่างง่าย โดยใช้อุปกรณ์ราคาถูกหรือเครื่องมือที่มีอยู่มาประยุกต์ เพื่อสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาทดแทนการได้มาซึ่งอุปกรณ์ทดแทนนอกจากจะช่วยให้มีอุปกรณ์เพียงพอในการเรียนการสอนแล้วยังช่วยทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งยิ่งขึ้น อันจะช่วยให้เกิดความเข้าใจบทเรียนตลอดจนมองเห็นคุณค่าวัสดุในท้องถิ่นอีกด้วย (Sharma.1982 : 262-263) นอกจากนี้การที่ครูได้ผลิตอุปกรณ์ขึ้นใช้เองนั้น จะช่วยประหยัดงบประมาณการจัดซื้ออุปกรณ์ลงได้มากอีกทั้งจะได้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนที่สอนมากกว่าอุปกรณ์ที่จัดซื้อมา เพราะครูเป็นผู้ออกแบบสร้างอุปกรณ์เองย่อมทราบดีว่าตนเองต้องการใช้ในเรื่องใดอย่างไร จึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวิธีสอนของตนเองได้ดีที่สุด (ธงชัย ชิวปรีชา.2526 : 209)

จากปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์การสอนดังกล่าว ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นเจ้าหน้าที่โสตทัศนศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ซึ่งรับผิดชอบและดูแลด้านการผลิตสื่อการเรียนการสอนของโรงเรียนพบว่า ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในบางเนื้อหาครูผู้สอนไม่สามารถสอนเนื้อหาให้เป็นรูปธรรมได้ เนื่องจากขาดอุปกรณ์ในการทดลอง เพราะเหตุว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาแพง โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ซึ่ง ชูเกียรติ ชัยชนะดารา (2532 : 9) กล่าวว่า ในการเรียนวิชาฟิสิกส์สิ่งหนึ่งที่นักเรียนมีปัญหาก็คือการศึกษา

เรื่องลักษณะของสัญญาณคลื่นรูปต่างๆ เช่น คลื่นเสียง คลื่นจากไฟ AC การผสมสัญญาณเสียงบีต เป็นต้น การที่จะทำให้มองเห็นเป็นรูปธรรมได้จะต้องใช้เครื่องมือราคาแพง เช่น ออสซิลโลสโคป เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้การเรียนการสอนในเรื่องวิชาวิทยาศาสตร์ขาดประสิทธิภาพไปอย่างน่าเสียดาย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ เนื่องจากโทรทัศน์ขาวดำและออสซิลโลสโคปมีหลักการทำงานคล้ายคลึงกัน สามารถนำมาพัฒนาเป็นอุปกรณ์ทดแทนกันได้ เพื่อใช้ประกอบการสอนเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้มีการใช้ออสซิลโลสโคปเป็นอุปกรณ์ทดแทน อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ เพื่อใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ทราบว่า

1. ออสซิลโลสโคปที่พัฒนาจากโทรทัศน์ขาวดำ มีคุณภาพทางด้านประสิทธิภาพและการส่งเสริมการเรียนรู้ในเรื่องสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือไม่
2. ผลการวิจัยดังกล่าวจะช่วยให้ครูผู้สอนเกิดความสนใจที่จะพัฒนาออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำหรืออุปกรณ์ทดแทนอื่นๆ ขึ้นใช้เอง อันจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตเกี่ยวกับการพัฒนาออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

- 1.1 โทรทัศน์ขาวดำที่นำมาใช้พัฒนาเป็นออสซิลโลสโคปนั้นมีขนาดหน้าจอภาพ

14 นิ้ว

- 1.2 โทรทัศน์ขาวดำที่นำมาใช้พัฒนาเป็นออสซิลโลสโคป จะทำหน้าที่แทนจอภาพของออสซิลโลสโคปมาตรฐาน เพื่อแสดงผลสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งสามารถใช้แรงดันไฟฟ้าได้ทั้ง 220 V.AC และ 12 V.DC

1.3 อุปกรณ์ที่นำมาพัฒนาเป็นออสซิลโลสโคปจากโทรศัพท์มือถือมีราคาถูก และสามารถหาซื้อได้ง่ายภายในประเทศ

2. ขอบเขตเกี่ยวกับการหาคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรศัพท์มือถือ

2.1 คุณภาพที่ประเมินมี 2 ด้าน ได้แก่ คุณภาพด้านประสิทธิภาพและด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ของออสซิลโลสโคปจากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งระดับคุณภาพทั้ง 2 ด้านนี้จะต้องมีเกณฑ์คุณภาพอย่างต่ำอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปจาก 5.00)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ประเมิน ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพด้านประสิทธิภาพ และด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 ผู้ประเมิน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จากสถาบันอาชีวศึกษาและสถาบันอุดมศึกษา จำนวน 5 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 5 ท่าน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ออสซิลโลสโคปที่พัฒนาจากโทรศัพท์มือถือ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยทำการพัฒนาขึ้นจากโทรศัพท์มือถือซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 3 ชุด ได้แก่ 1) ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า 2) ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า 3) ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ที่มีความสามารถในการแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้ประกอบการสอนเรื่องสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้ออสซิลโลสโคปจากโทรศัพท์มือถือดังกล่าวได้ผ่านการรับรองคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะสาขาเรียบร้อยแล้ว

2. สัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า หมายถึง ปริมาณไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ถูกแปลงให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าและแสดงออกมาบนจอภาพ เพื่อบอกรูปร่างของคลื่นทางไฟฟ้านั้น

3. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิในสถาบันอาชีวศึกษาและอุดมศึกษาที่มีความรู้ความสามารถทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการศึกษา

4. แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดและประเมินคุณภาพในการใช้ออสซิลโลสโคปที่พัฒนาขึ้นจากโทรศัพท์มือถือด้านประสิทธิภาพ และด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งแบบประเมินดังกล่าวได้ผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว

5. วิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ที่ว่าด้วยวิชา ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์กายภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ มีดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับออสซิลโลสโคปที่พัฒนาจากโทรทัศน์ขาวดำ
 - 1.1 หลักการของออสซิลโลสโคป
 - 1.2 หลักการของโทรทัศน์ขาวดำ
 - 1.3 ประสิทธิภาพของออสซิลโลสโคปที่พัฒนาจากโทรทัศน์ขาวดำ
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทนและสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของอุปกรณ์ทดแทน
 - 2.2 คุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน
 - 2.3 ความมุ่งหมายของการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
 - 2.4 ขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
 - 2.5 แหล่งวัสดุทดแทน
 - 2.6 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน
 - 2.7 หลักการในการผลิตอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ในวิชาวิทยาศาสตร์
 - 3.1 รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 3.2 ปัญหาและอุปสรรคของการเรียนการสอนเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
 - 4.1 ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
 - 4.2 การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษากับการวิจัยทางการศึกษา
 - 4.3 ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับออสซิลโลสโคปที่พัฒนาจากโทรทัศน์ขาวดำ

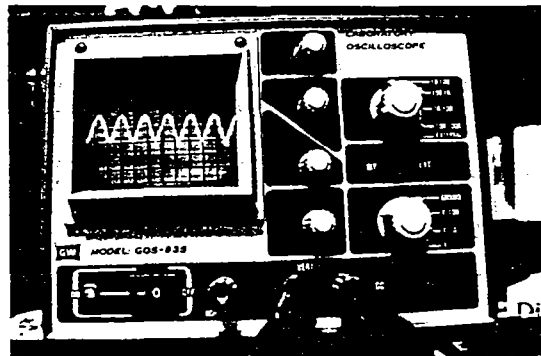
หลักการของออสซิลโลสโคป

คงเป็นที่ทราบกันดีโดยทั่วไปแล้วว่า ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เป็นเครื่องมือที่ใช้อยู่ในวงการอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น ส่วนในวงการศึกษามอสซิลโลสโคปยังถูกนำมาใช้น้อยมาก เนื่องจากมีราคาค่อนข้างสูง แต่อย่างไรก็ตามออสซิลโลสโคปจัดว่าเป็นเครื่องมือที่มีคุณประโยชน์ทางการศึกษาเป็นอย่างมากเนื่องจากมีคุณสมบัติในการอธิบายและบอกรายละเอียดเกี่ยวกับการวัดทางไฟฟ้าได้หลายอย่าง ดังที่พันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2537 : 122) กล่าวว่า ออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่เปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนของเวลาและใช้คุณลักษณะของคลื่นสัญญาณไฟฟ้า นอกจากใช้วัดแรงดันไฟฟ้าแล้วยังสามารถวัดปริมาณไฟฟ้าอื่นๆ โดยแปลงปริมาณไฟฟ้าเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด เช่น กระแสไฟฟ้า ความดัง ความเร่ง การสั่นสะเทือน เป็นต้น

ส่วน ไชยยันต์ ศิริโชติ(2536 : 73)จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวว่าออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือสำหรับดูรูปคลื่น (Waveform) ของสัญญาณไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตามเวลาให้ปรากฏบนจอภาพ ซึ่งโดยปกติจะไม่สามารถมองเห็นสัญญาณไฟฟ้าเหล่านั้นได้ นอกจากนี้ออสซิลโลสโคปที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ปรากฏการณ์บางอย่างที่ไม่ใช่ปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าได้อีกด้วย

เย็น ภู่วรรณ (2538 : 279) กล่าวว่า ออสซิลโลสโคปก็คือเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้านั่นเอง แต่การวัดออสซิลโลสโคปสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้นั่นคือสามารถวัดค่าแรงดันที่เป็นฟังก์ชันกับเวลา เนื่องจากออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดค่าแรงดันเราจึงเปลี่ยนสัญญาณอื่นๆ ให้เป็นสัญญาณแรงดันแล้ววัดด้วยออสซิลโลสโคปได้ จะพบเห็นออสซิลโลสโคปได้ตามร้านซ่อมเครื่องอิเล็กทรอนิกส์บางแห่ง โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตามหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ออสซิลโลสโคปสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานแขนงอื่นๆ ได้อีกมากมาย เช่น ในด้านการแพทย์ ทางทหาร งานอุตสาหกรรม เป็นต้น

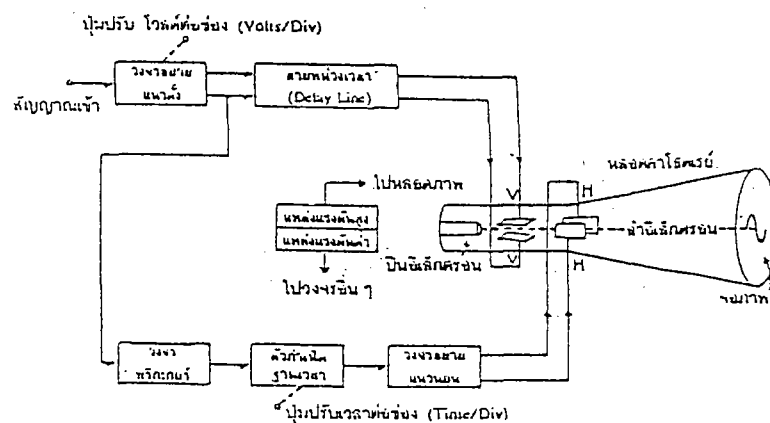
เนื่องจากออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีราคาสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าออสซิลโลสโคปเครื่องใดที่ได้รับการออกแบบเพื่อใช้กับงานพิเศษอื่นๆ ด้วยแล้วก็จะยิ่งมีราคาแพงขึ้น ดังนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการงานและการใช้งานของออสซิลโลสโคปจึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญ



ภาพประกอบ 1 ลักษณะของออสซิลโลสโคปทั่วไป

หลักการทำงานของออสซิลโลสโคปเหมือนกับเครื่องบันทึกกราฟ (X-Y record) ทุกประการ แตกต่างกันเพียงเรื่องความเร็วของการเขียนกราฟ ออสซิลโลสโคปจะเขียนลงบนจอซ้ำแล้วซ้ำอีกเป็นจำนวนหลายครั้งต่อวินาที ส่วนเครื่องบันทึกกราฟจะเขียนลงบนกราฟอย่างช้าๆ โครงสร้างของออสซิลโลสโคป ประกอบด้วยส่วน ดังนี้

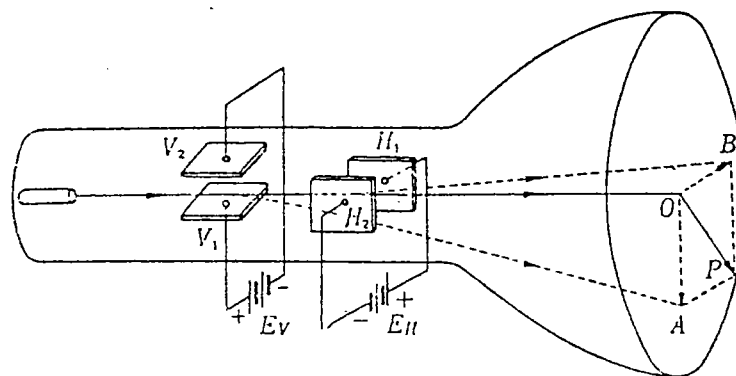
1. หลอดคาโทดเรย์ (Cathode ray tube)
2. วงจรมายสัญญาณทางแกนตั้ง (Vertical or Y amplifier)
3. วงจรมายสัญญาณทางแกนนอน (Horizontal or X amplifier)
4. ตัวกำเนิดสัญญาณฐานเวลา (Time base generation)
5. วงจรทริกเกอร์ (Trigger)
6. สายหน่วงเวลา (Delay line)



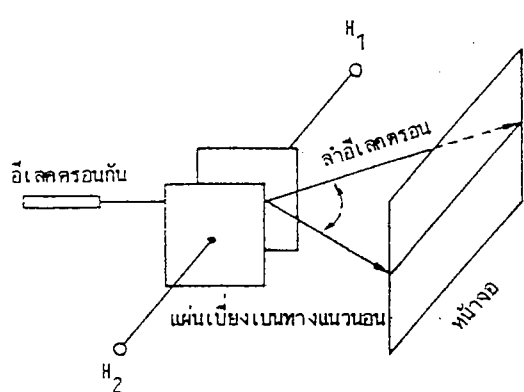
ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของออสซิลโลสโคปทั่วไป

ประยูร เชี่ยววัฒนา (2537 : 166) กล่าวถึงหลักการพื้นฐานของออสซิลโลสโคปไว้ว่า หลอดคาโทดเรย์ หรือ CRT เป็นหัวใจของออสซิลโลสโคป โดยมีวงจรอื่นๆ ของออสซิลโลสโคป ทำหน้าที่ควบคุมและขับเคลื่อนอีกต่อหนึ่งหลอดคาโทดเรย์จะทำให้เกิดลำอิเล็กตรอนที่มีการโฟกัส จุดอย่างดีแล้วได้รับการเร่งความเร็วให้พุ่งชนจอภาพ เพื่อให้เกิดเป็นเส้นสว่างบนจอของหลอด ขณะทีลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิด (บางทีเรียกว่า ปืนอิเล็กตรอน หรือ Electron gun) ไปยังจอภาพนั้นมันจะเคลื่อนผ่านแผ่นโลหะ ซึ่งทำให้เบี่ยงเบนจำนวนหนึ่งแผ่นโลหะ เหล่านี้มีหน้าที่ควบคุมการเบี่ยงเบนของลำอิเล็กตรอนในแนวตั้งและแนวนอน แรงดันไฟฟ้า ที่ป้อนให้กับแผ่นเบี่ยงเบนในแนวตั้ง (Vertical deflection plate) จะทำให้ลำอิเล็กตรอน เคลื่อนที่ในแนวตั้งคือขึ้นหรือลง ในทำนองเดียวกันแรงดันที่ป้อนให้กับแผ่นเบี่ยงเบนในแนวนอน (Horizontal deflection plate) จะทำให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในแนวนอนคือจากซ้ายไปขวา ดังนั้นการควบคุมแรงดันที่ป้อนให้กับแผ่นโลหะทั้งสองชุดนี้ จะทำให้เราสามารถ ควบคุมให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปมาในตำแหน่งต่างๆ ได้ตามต้องการ

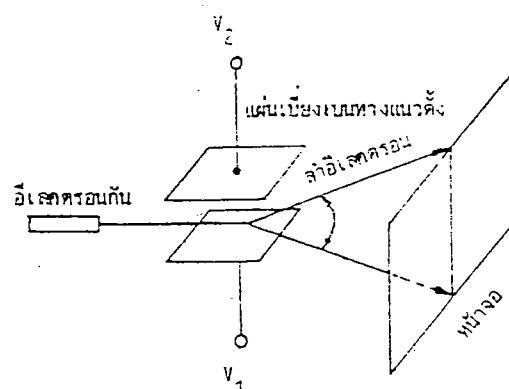
ชูเกียรติ จันทรานี (2533 : 10) ได้กล่าวว่า ออสซิลโลสโคปนั้นได้นำเอาหลักการของวิธี เบี่ยงเบนโดยสนามไฟฟ้า ซึ่งจะใช้หลักการผลักและดูดกันระหว่างประจุไฟฟ้าที่เหมือนกัน และ ต่างกัน โดยกระแสอิเล็กตรอนที่วิ่งไปชนจอ นั้นจะผ่านแผ่นเบี่ยงเบนทางแนวนอน (H1 และ H2) และแผ่นเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง (V1 และ V2) โดยขณะที่ยังไม่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างแผ่น เพลททั้ง 2 ชุด จะไม่มีเส้นแรงจากสนามไฟฟ้ามากระทำให้ลำอิเล็กตรอนเกิดการเบี่ยงเบนจึงยังไป ชนตรงกลางจอเกิดเป็นจุดแสงสว่างเล็ก ๆ เพียงจุดเดียวปรากฏขึ้นที่ตรงกลางจอภาพนั้น ถ้าจ่าย แรงดันให้แผ่นเบี่ยงเบนทางแนวนอนโดยให้ H1 มีศักย์เป็นบวก ลำอิเล็กตรอนที่วิ่งไปยังหน้าจอ จะถูกดูดให้วิ่งเฉียงไปทางด้าน H1 ซึ่งทำให้จุดสว่างเคลื่อนที่ไปอยู่ทางด้านแผ่น H1 และถ้าทำให้ แผ่น H2 มีศักย์เป็นบวก ลำอิเล็กตรอนจะถูกดูดให้เฉียงไปทางด้าน H2 ซึ่งจะทำให้จุดแสงเคลื่อนที่ จากกึ่งกลางจอไปอยู่ทางด้าน H2 และด้วยสาเหตุเดียวกัน จุดแสงจะเคลื่อนที่จากกลางจอขึ้นไป อยู่ด้านบน ถ้า V2 มีศักย์เป็นบวกมากกว่า V1 และเคลื่อนที่ลงมาอยู่ข้างล่าง ถ้า V1 มีศักย์บวก มากกว่า V2 จากรูปจะเห็นว่าถ้าจ่ายแรงดันกระแสตรงให้แผ่นเบี่ยงเบนทั้ง 2 ชุด ทิศทางการ เคลื่อนที่ของจุดแสงสว่างจะเป็นแนวเฉียงอยู่ระหว่างแผ่นเพลททั้ง 2 ชุด



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างหลอดภาพที่ใช้การเบี่ยงเบนโดยสนามไฟฟ้า



การเบี่ยงเบนทางแนวนอน



การเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง

ภาพประกอบ 4 ลักษณะการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนโดยสนามไฟฟ้า

ลำของอิเล็กตรอนเมื่อเคลื่อนที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตา แต่เมื่ออิเล็กตรอนกระทบจอที่ฉาบสารจำพวกฟอสเฟอร์ สารนี้จะปรากฏเรืองแสงและสีที่ปรากฏออกมาก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ฉาบไว้นั้น เช่น สีส้ม สีฟ้า สีเขียว เป็นต้น

จากคุณสมบัติและหลักการทำงานของออสซิลโลสโคปดังกล่าวมาแล้วพบว่า หากเราสามารถนำออสซิลโลสโคปมาใช้ในการศึกษา โดยเฉพาะด้านการเรียนการสอนแล้วคงเกิดคุณค่าและคุณประโยชน์มากมายกับนักเรียน อาทิเช่น วิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากออสซิลโลสโคปสามารถอธิบายและให้คำตอบที่เป็นรูปธรรมหลายประการเพราะสามารถแสดงภาพสัญญาณออกจอให้เห็นได้ อันจะก่อให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้อย่างชัดเจน ได้แก่

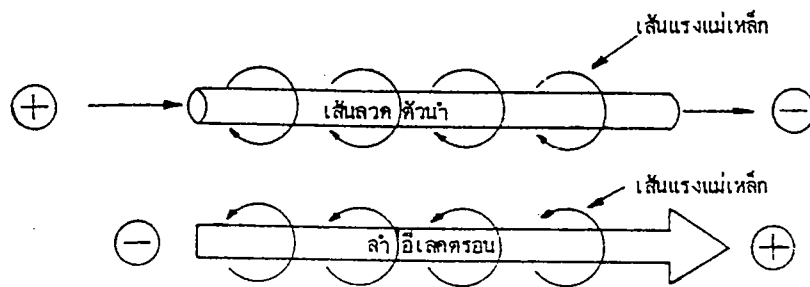
1. การวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรง กระแสสลับ
2. การวัดกระแสไฟฟ้า กระแสตรง กระแสสลับ
3. การเปรียบเทียบความถี่ของเสียง
4. การตรวจสอบและอธิบายการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการจะนำเอาออสซิลโลสโคปมาเป็นอุปกรณ์การสอนคงจะไม่ใช่ง่าย เนื่องจากราคาของออสซิลโลสโคปค่อนข้างแพงทางออกที่ดีที่สุดทางหนึ่งก็คือ หาทางพัฒนาอุปกรณ์ทดแทนขึ้นมาใช้แทนออสซิลโลสโคปมาตรฐานโดยคุณสมบัติใกล้เคียงกันแต่มีราคาถูกกว่า และหลักการใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป นักเรียนสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

หลักการของโทรทัศน์ขาวดำ

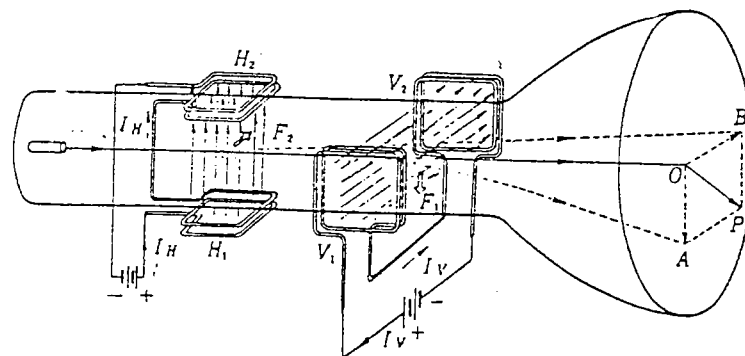
โทรทัศน์ขาวดำ เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เราู้จักกันดีว่าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถให้ทั้งภาพและเสียงในเวลาเดียวกันทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในอดีต ต่อมาเมื่อมีผู้พัฒนาเป็นโทรทัศน์สีขึ้นมาใช้ในปัจจุบันโทรทัศน์ขาวดำจึงถูกลดความนิยมลงไป แต่อย่างไรก็ตามโทรทัศน์ขาวดำก็ยังถูกผลิตขึ้นมาใช้งานอยู่และราคาค่อนข้างถูกมากจึงเหมาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการศึกษได้เป็นอย่างดี แต่ก่อนอื่นเราจะต้องศึกษาหลักการทำงานของโทรทัศน์ขาวดำเสียก่อนว่าเป็นอย่างไรจึงจะนำมาประยุกต์ใช้ได้ตามต้องการ

ชูเกียรติ จันทธานี (2533 :11) กล่าวว่า โทรทัศน์ขาวดำในปัจจุบันนั้นอิเล็กทรอนิกส์ที่พุ่งจากปืนอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่หน้าจอจะมีเส้นแรงของสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น โดยมีทิศทางวนไปรอบๆ ลำอิเล็กตรอนนั้นเช่นเดียวกันกับที่เกิดขึ้นจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดตัวนำและมีทิศทางเวียนไปตามขวางโดยเป็นมุมฉากกับทิศทางของกระแสที่ไหลในเส้นลวดตัวนำนั้นดังภาพประกอบ 5 จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว ถ้าเส้นแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไปตัดผ่านลำอิเล็กตรอนที่กำลังวิ่งไปยังหน้าจอจะทำให้เกิดการเบี่ยงเบนคือทำให้แนวการวิ่งของลำอิเล็กตรอนนั้นเบี่ยงเบนไปจากตำแหน่งเดิมซึ่งทิศทางในการเบี่ยงเบนนั้นจะขึ้นอยู่กัทิศทางของเส้นแรงจากสนามแม่เหล็กจากภายนอกที่เข้าไปตัดผ่าน

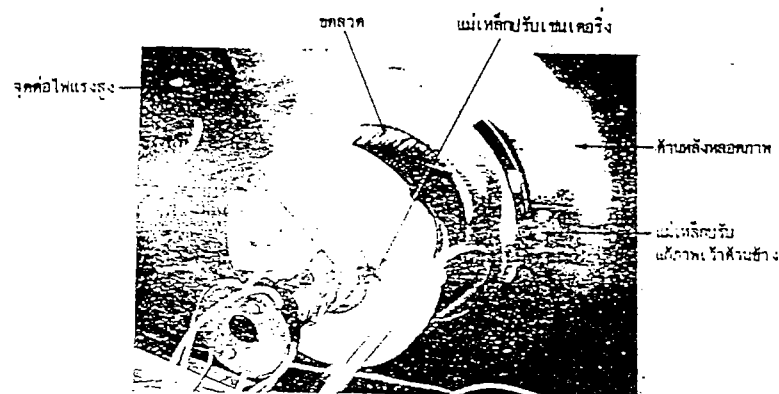


ภาพประกอบ 5 ลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นรอบเส้นลวดตัวนำและลำอิเล็กตรอน

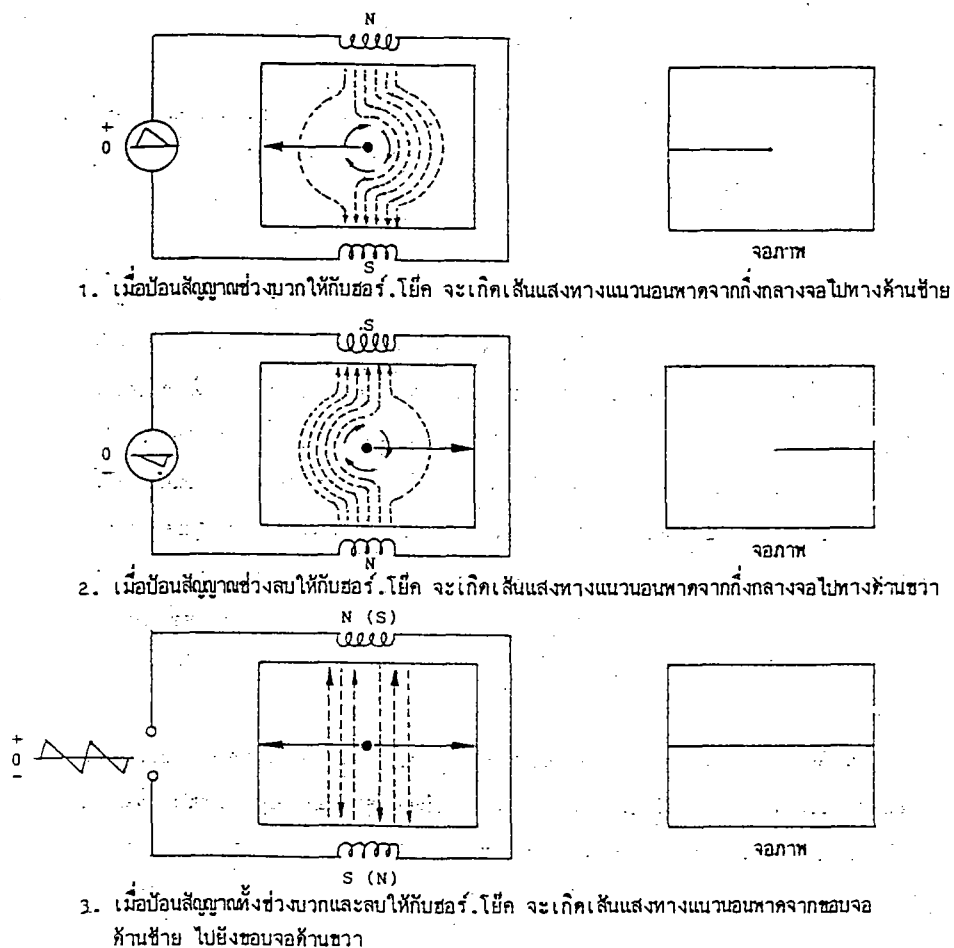
การเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนของหลอดภาพเครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้น จะใช้วิธีการเบี่ยงเบน โดยอาศัยกำลังจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากขดลวด 2 ชุดได้แก่ ขดลวดชุดเบี่ยงเบนทางแนวนอนและขดลวดชุดเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนขดลวด ซึ่งยึดอยู่ในกรอบพลาสติกและสวมอยู่ตรงโคนหลอด ซึ่งเรียกว่า โยค (Yoke) ดังภาพ ประกอบ 7



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างหลอดภาพที่ใช้การเบี่ยงเบนโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



ภาพประกอบ 7 ลักษณะของโยค และอุปกรณ์ประกอบ



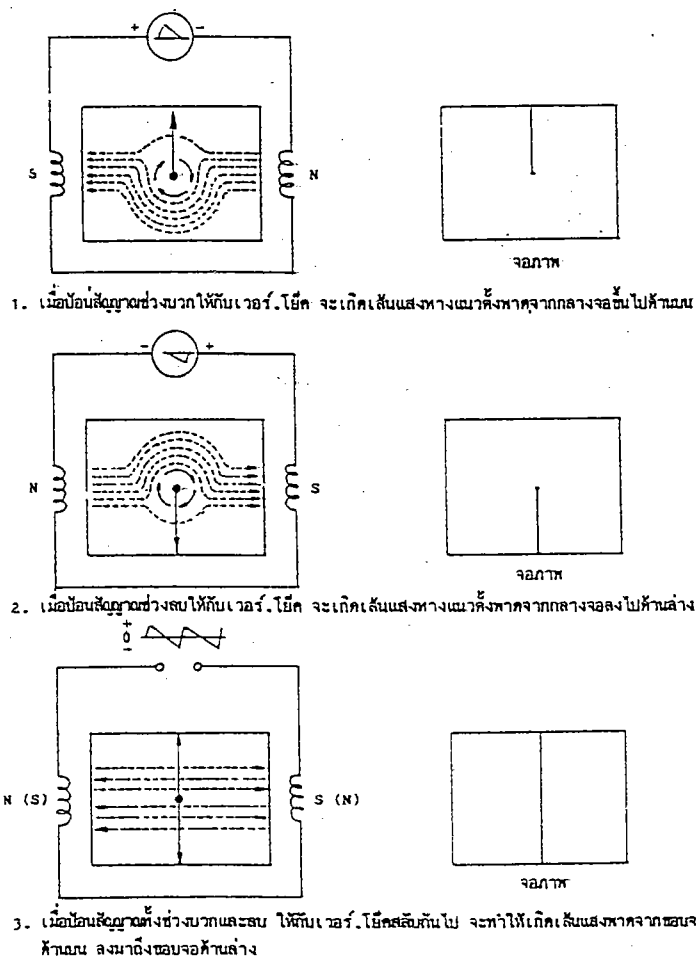
ภาพประกอบ 8 ลักษณะการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางแนวอน

จากภาพประกอบ 8 เป็นการแสดงการเบี่ยงเบนทางแนวอน โดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ขดลวดแกนอน จะเห็นว่า

1. เมื่อจ่ายสัญญาณกระแสลับช่วงบวกให้กับขดลวดขุดเบี่ยงเบนทางแนวอน ซึ่งวาง อยู่ด้านบนตัดผ่านลำอิเล็กตรอนลงมาด้านล่าง เส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผ่านลำอิเล็กตรอนทางด้าน ซ้ายมือจะมีทิศทางสวนกันกับเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่วนอยู่รอบลำอิเล็กตรอนจึงหักล้างกัน ทำให้ บริเวณนั้นเกิดเป็นที่ว่างปราศจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งผ่านทางด้าน ขวาของลำอิเล็กตรอนจะมีทิศทางเดียวกันกับเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เวียนอยู่รอบลำอิเล็กตรอน จึงเกิดการเสริมกำลังกันได้ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบริเวณนั้นสูงมากจึงเกิดแรงผลักให้ ลำอิเล็กตรอนเกิดการเบี่ยงเบนจากบริเวณที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากไปทาง บริเวณที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าน้อยคือด้านซ้าย เนื่องจากแรงดันที่ป้อนให้กับขดลวด เป็นแรงดันกระแสลับช่วงบวกที่มีค่าแรงดันแปรเปลี่ยนจาก 0 ทวีไปทางบวกจนทางบวกสูงสุด

และจากนั้นจะค่อยๆ ลดค่าลงเรื่อยๆ จนถึงระดับ 0 กลับไปเช่นนี้ตลอด จึงทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดมีทิศทางเดียว แต่ปริมาณกระแสที่ไหลแปรเปลี่ยนจากค่าน้อยทวิสูงขึ้นและลดค่าลงต่ำสลับกันไปเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าไปทางเดียวนั้นจะค่อยๆ ทวีความเข้มสูงขึ้นจากตอนแรก จนถึงค่าสูงสุด และความเข้มจะลดน้อยลงจนถึง 0 สลับกันไปเช่นนี้ จึงเกิดการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนทำให้เคลื่อนที่ออกจากกึ่งกลางจอไปทางด้านซ้ายสุดขอบจอด้านซ้าย เมื่อความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าสูงสุดและจะเคลื่อนกลับมาสู่กึ่งกลางจอเมื่อความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงจนเป็น 0 โดยวิ่งกลับไปกลับมาระหว่างกึ่งกลางจอกับขอบจอด้านซ้ายไปเช่นนี้ตลอดตามความถี่ของสัญญาณกระแสสลับที่ป้อนให้โดยถ้าสัญญาณความถี่ของกระแสสลับสูงถึงจุดหนึ่ง ซึ่งทำให้ลำอิเล็กตรอนวิ่งจนกระทั่งถึงจุดที่ตาจับความสังเกตการเคลื่อนไหวไม่ได้ (ความเฉื่อยของตา) จะมองเห็นเป็นเส้นแสงสว่างปรากฏจากกลางจอไปทางด้านซ้ายจะเห็นได้ว่าความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่ไปได้มากหรือน้อยนั้นจะขึ้นอยู่กับความแรง (Amplitude) ของสัญญาณกระแสสลับและความเร็วในการแปรเปลี่ยนความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดความเร็วในการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนนั้นจะขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณกระแสสลับ

2. เมื่อจ่ายสัญญาณกระแสสลับช่วงลบให้กับขดลวดชุดเบี่ยงเบนทางแนวนอน ทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด จะตรงกันข้ามกัน คือพุ่งจากขดลวดด้านล่างขึ้นไปยังขดลวดด้านบนจึงเกิดการเบี่ยงเบนของลำอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามคือเคลื่อนกลับไปมาระหว่างกลางจอกับขอบจอด้านขวาจึงมองเห็นเป็นเส้นแสงสว่างเกิดขึ้นระหว่างกลางจอกับขอบจอด้านขวาเมื่อจ่ายสัญญาณกระแสสลับที่มีทั้งช่วงบวกและลบให้กับขดลวดชุดเบี่ยงเบนทางแนวนอน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดชุดเบี่ยงเบนทางแนวนอนกลับไปที่เดิม จึงทำให้เส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางพุ่งจากล่างขึ้นบนและจากบนลงล่างสลับกันไปตามความถี่ของสัญญาณกระแสสลับจึงเกิดการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนให้เกิดการวิ่งจากกึ่งกลางจอไปยังด้านขวาแล้วกลับมายังกลางจอ จากนั้นจะวิ่งจากกลางจอไปยังด้านซ้ายแล้วกลับมายังกลางจอสลับกันไปตลอด จึงมองเห็นเป็นเส้นแสงสว่างทางแนวนอนเกิดขึ้นจากขอบจอด้านซ้ายไปสุดขอบจอทางด้านขวา



ภาพประกอบ 9 ลักษณะการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางแนวตั้ง

จากภาพประกอบ 9 การเบี่ยงเบนทางแนวตั้งโดยสนามแม่เหล็กจากขดลวดชุดเบี่ยงเบนแนวตั้ง จะเห็นว่า

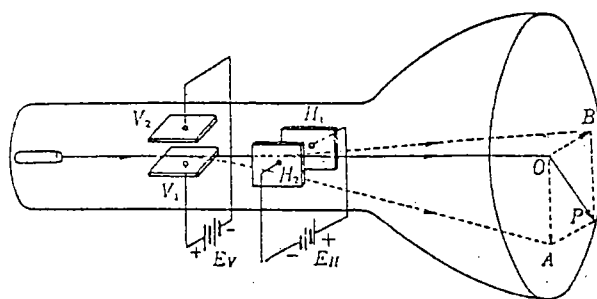
1. เมื่อจ่ายสัญญาณกระแสลับช่วงบวกให้กับขดลวดชุดเบี่ยงเบนแนวตั้ง ที่วางอยู่ด้านข้างซ้ายและขวาของทางวิ่งของลำอิเล็กตรอนจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าตัดผ่านลำอิเล็กตรอนทางแนวนอน ซึ่งจะมีผลทำให้ลำอิเล็กตรอนเกิดการเบี่ยงเบนทางแนวตั้งเคลื่อนที่กลับไปมาระหว่างกลางจอกับขอบจอด้านบน เกิดเป็นเส้นแสงทางแนวตั้งปรากฏระหว่างกลางจอกับขอบจอด้านบน
2. เมื่อจ่ายกระแสลับช่วงลบให้กับขดลวดชุดเบี่ยงเบนแนวตั้ง จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าตัดผ่านลำอิเล็กตรอนในทางตรงกันข้ามกัน การเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามด้วยคือเคลื่อนจากกลางจอไปด้านล่างและเกิดเป็นเส้นแสงสว่างทางแนวตั้งขึ้นตรงตำแหน่งที่เคลื่อนที่ผ่านนั้น

3. เมื่อจ่ายสัญญาณกระแสลับที่มีทั้งช่วงบวกและช่วงลบให้กับขดลวดชุดเบี่ยงเบนแนวตั้งทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เคลื่อนที่ตัดผ่านลวดเล็กตรอนตามแนวนอนจะเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาทำให้เกิดการเบี่ยงเบนลวดเล็กตรอนให้วิ่งขึ้นลงทางแนวตั้งเกิดเป็นเส้นแสงสว่างทางแนวตั้งพาดขวางกลางจอจากขอบจอด้านบนลงสู่ขอบจอด้านล่าง

ดังนั้นเมื่อป้อนสัญญาณเข้าใดๆ ที่ขดลวดเบี่ยงเบนทางแนวนอน และขดลวดเบี่ยงเบนทางแนวตั้งพร้อมกันก็จะทำให้เกิดภาพบนหน้าจอตามลักษณะของสัญญาณที่ป้อนเข้าตามลักษณะการทำงานดังกล่าวมาแล้ว

จากหลักการของโทรทัศน์ขาวดำดังกล่าว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับหลักการทำงานของออสซิลโลสโคปแล้ว พบว่า คล้ายคลึงกันมากในเรื่องวิธีการเหนี่ยวนำลวดเล็กตรอนที่ให้ไปปรากฏเป็นเส้นแสงบนจอภาพต่างกันเพียงว่า โทรทัศน์ขาวดำใช้วิธีการเหนี่ยวนำลวดเล็กตรอนโดยใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนออสซิลโลสโคปใช้สนามไฟฟ้าเพื่อเหนี่ยวนำลวดเล็กตรอน ซึ่งเป็นหลักการที่ใช้กับโทรทัศน์ขาวดำยุคแรกๆ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลักการเกิดภาพบนจอของโทรทัศน์ขาวดำกับออสซิลโลสโคปสามารถทดแทนกันได้ นั่นหมายความว่า โทรทัศน์ขาวดำสามารถนำมาพัฒนาเป็นออสซิลโลสโคปเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนได้

จากหลักการของออสซิลโลสโคปที่กล่าวมาแล้วนั้นจะพบว่าออสซิลโลสโคปจะใช้วิธีการสร้างสัญญาณคลื่น (Wave form) โดยอาศัยสนามไฟฟ้าไปบังคับทิศทางของลวดเล็กตรอนในแนวตั้ง และแนวนอนให้เกิดภาพบนจอเป็นรูปต่างๆ ตามสัญญาณที่ป้อนเข้าไป

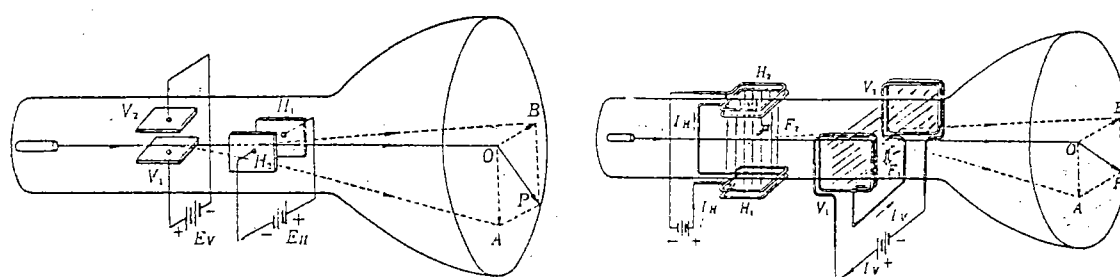


ภาพประกอบ 10 โครงสร้างหลอดภาพของออสซิลโลสโคปทั่วไป

จากภาพประกอบ 10 จะเห็นว่าที่ตำแหน่ง A จะมีแผ่นโลหะ 2 วางขนานกันทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าในแนวตั้ง มาควบคุมทิศทางของอิเล็กตรอน ทำให้ลวดเล็กตรอนกวาดบนจอในแนวตั้งตามสัญญาณที่เข้ามา ส่วนที่ตำแหน่ง B จะมีแผ่นโลหะอีก 2 แผ่นวางขนานกันทำหน้าที่

สร้างสนามไฟฟ้าออกมาในแนวขนานทำให้ลำอิเล็กตรอนกวาดไปมาในแนวขนาน ดังนั้นเมื่อสัญญาณถูกป้อนมาทั้ง 2 แกนจะทำให้ลำอิเล็กตรอนถูกกวาดเป็น 2 มิติ ทำให้เกิดเป็นรูปสัญญาณต่างๆ ได้

ในระบบการทำงานของจอภาพโทรทัศน์ขาวดำนั้นก็มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกันกับจอภาพของออสซิลโลสโคปต่างกันเพียงระบบควบคุมการเบี่ยงเบนของลำอิเล็กตรอนของโทรทัศน์จะใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและตำแหน่งของชุดเบี่ยงเบนทางแนวตั้งและแนวนอนจะสลับตำแหน่งกัน กล่าวคือ ถ้านับเริ่มจากหลอดภาพออสซิลโลสโคปจะวางแผ่นเบี่ยงเบนสนามไฟฟ้าทางแนวตั้งไว้ก่อนแผ่นเบี่ยงเบนสนามไฟฟ้าทางแนวนอน ส่วนโทรทัศน์ขาวดำจะวางขดลวดเบี่ยงเบนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางแนวนอนไว้ก่อนขดลวดเบี่ยงเบนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางแนวตั้งเท่านั้น ดังภาพประกอบ 11



ออสซิลโลสโคป

โทรทัศน์ขาวดำ

ภาพประกอบ 11 แสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างหลอดภาพของออสซิลโลสโคปกับโทรทัศน์ขาวดำ

จากหลักการทำงานของจอภาพออสซิลโลสโคปและจอภาพโทรทัศน์ขาวดำที่คล้ายคลึงกัน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาโทรทัศน์ขาวดำมาเป็นอุปกรณ์ทดแทนออสซิลโลสโคปมาตรฐานให้ได้คุณลักษณะได้ดังต่อไปนี้

1. ใช้จอภาพของโทรทัศน์แทนจอภาพของออสซิลโลสโคปได้
2. ได้รูปสัญญาณที่มีลักษณะเดียวกับออสซิลโลสโคป
3. คำนึงถึงลักษณะของของรูปสัญญาณมากกว่าการวัดปริมาณ
4. ราคาประหยัด
5. ให้โทรทัศน์ยังคงใช้ได้เหมือนเดิม

วิธีการดังกล่าวก็โดยการตัดสายชุดขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ควบคุมการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนในแนวนอนออกจากกัน ซึ่งจะเป็นผลทำให้การเบี่ยงเบนตามแนวนอนหายไปเหลือเพียงเส้นแสงสว่างของลำอิเล็กตรอนตามแนวตั้งเท่านั้น จากนั้นทำการหมุนปรับมุมชุดขดลวดที่ควบคุมการเบี่ยงเบนแนวตั้งให้เส้นแสงสว่างที่ปรากฏหน้าจอมายู่ในแนวนอน นำสัญญาณทางไฟฟ้าในลักษณะต่างๆ ป้อนผ่านเครื่องผลิตสัญญาณคลื่นและปรับความถี่คลื่นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นต่อจากนั้นนำสัญญาณไปป้อนเข้าสู่ชุดขดลวดที่ควบคุมการเบี่ยงเบนตามแนวนอนที่ตัดออกก็จะทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของสัญญาณนั้นเกิดขึ้นตามแนวนอนเป็นรูปสัญญาณตามที่ป้อนเข้าไป เช่น สัญญาณรูปขายน้ รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม จากเครื่องกำเนิดสัญญาณ สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง กระแสสลับ และสัญญาณคลื่นเสียงจากเครื่องขยายเสียง เป็นต้น

ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นรูปร่างของสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าได้จริงๆ อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง หากนำเครื่องมือนี้มาใช้ในการเรียนการสอน เพราะสามารถนำเสนอสิ่งที่อยู่ในรูปของนามธรรม เช่น สัญญาณทางไฟฟ้าต่างๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มาเป็นรูปธรรมได้และถ้าเราต้องการจะใช้โทรทัศน์ดังกล่าวเพื่อชมรายการจากสถานีปกติ เราก็สามารถทำได้โดยการต่อสายชุดขดลวดชุดควบคุมการเบี่ยงเบนแนวนอนเข้าตำแหน่งเดิมและปรับมุมชุดขดลวดที่ควบคุมการเบี่ยงเบนแนวตั้งให้เส้นแสงสว่างที่ปรากฏหน้าจอกลับมายู่ในแนวตั้ง โทรทัศน์ขาวดำเครื่องนั้นก็จะสามารถรับภาพจากสถานีส่งจากช่องต่างๆ ได้ตามปกติ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน

ความหมายของสื่อการสอน

เบรื่อง กุมุท (2519: 1) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางใจได้เป็นอย่างดี

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่นๆ (2523 : 112) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า หมายถึง วัสดุ (สิ่งเปลือง) อุปกรณ์ (เครื่องมือที่ไม่ได้งาย) และวิธีการ (กิจกรรมละคร การทดลอง) ที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติและทักษะไปสู่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526: 61) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนว่า หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นตัวกลางในกระบวนการเรียนการสอน (หรือสื่อสารในการเรียนการสอน) เพื่อให้การสอนนั้นดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมาย

บุญยฤทธิ์ คงคาเพชร (2526 : 1) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุอุปกรณ์ วิธีการ หรือเทคนิคต่างๆ ที่เป็นเครื่องช่วยถ่ายทอดหรือนำความรู้จากแหล่งความรู้ที่ครูผู้สอนต้องการไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่ครูตั้งไว้

นิคม ทาแดง (2526 : 81) ได้ให้ความหมายสื่อการสอนว่า หมายถึง สิ่งต่างๆ ทั้งทาง ด้านกายภาพและจิตภาพ ที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ กระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สิ่งต่างๆ นั้น ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรของจริงของสัญลักษณ์ต่างๆ รวมทั้งสถานการณ์ที่เกิดจากกิจกรรมของผู้สอน และผู้เรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2535 : 76) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและ ถ่ายทอดข้อมูลความรู้จากครูผู้สอนหรือแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุ ถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

ชอรัส (Shores.1960 : 1) กล่าวว่า สื่อการสอนเป็นเครื่องมือช่วยสื่อความหมายใดๆ ก็ตามที่จัดโดยครูและนักเรียน เพื่อเสริมการเรียนรู้ เครื่องมือการสอนทุกชนิดเป็นสื่อการสอน

บราวน์ และคนอื่นๆ (Brown and others.1973 : 584) กล่าวว่า สื่อการสอนก็หมายถึง จำพวกอุปกรณ์ทั้งหลายที่สามารถช่วยเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียนจนเกิดผลการเรียนรู้ที่ดี ทั้งนี้รวมถึง กิจกรรมต่างๆ ที่ไม่เฉพาะแต่สิ่งที่เป็นวัสดุหรือเครื่องมือเท่านั้น เช่น การศึกษานอกสถานที่ การสาธิต การทดลอง ตลอดจนการสัมภาษณ์ เป็นต้น

ไฮนิชและคนอื่นๆ (Heinich and others.1982 : 8) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ ว่า สื่อการสอน หมายถึง สื่อ หรือตัวกลางชนิดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ วิดีโอ โทรทัศน์ วีดีโอ แผนภูมิ ภาพนิ่ง ซึ่งบรรจุเนื้อหา ข้อความเกี่ยวกับการเรียนการสอน

จากการที่นักการศึกษาหลายๆ ท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของสื่อการสอน ทำให้ผู้วิจัย สรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง การนำเอาวัสดุอุปกรณ์ วิธีการและเครื่องมือมาเป็นสื่อกลางในการให้การศึกษาแก่ผู้เรียน เพื่อผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และบรรลุจุดมุ่งหมายในการเรียน การสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

ประเภทของสื่อการสอน

สื่อการสอนสามารถจำแนกประเภทได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์การพิจารณาในด้านต่างๆ นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนออกเป็นหลายแบบ ตามแต่ทัศนะดังนี้

เกอร์ลาช และ อีไล (Gerlach and Ely.1980 : 247 – 251) ได้จำแนกสื่อการสอนเป็น

1. เคลื่อนไหว (Motion pictures)
2. โทรทัศน์ (Television)
3. ของจริง การจำลองสถานการณ์และแบบจำลอง (Real things, simulation, and models)
4. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน(Programmed and Computer Assisted Instruction)

เดล (Dale.1960 : 3) ได้แบ่งสื่อการสอนตามลักษณะประสบการณ์ของผู้เรียนที่จะได้รับจากการใช้สื่อจากการใช้ประสบการณ์ตรงหรือรูปธรรม (Concrete) ไปสู่ประสบการณ์นามธรรม (Abstract) ตามลำดับ ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเจตนารับเป็นสื่อของจริง
2. ประสบการณ์จำลอง
3. ประสบการณ์นาฏการ
4. การสาธิต
5. การศึกษานอกสถานที่
6. นิทรรศการ
7. โทรทัศน์การศึกษาและภาพยนตร์
8. ภาพนิ่ง วิทยู การบันทึกเสียง
9. หุ่นสัญลักษณ์
10. วजनสัญลักษณ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 112) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนไว้ 3 ประเภท คือ

1. วัสดุ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่มีการผูกพันสิ่งเปลี่ยน เช่น ซอส์ค ฟิล์ม ภาพถ่าย กล้องถ่ายรูป เครื่องฉายภาพยนตร์ สไลด์
2. อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่เป็นเครื่องมือ เช่น กระดานดำ กล้องถ่ายรูป เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์

3. กระบวนการและวิธีการ ได้แก่ การจัดระบบ การสาธิต การทดลอง เกมและกิจกรรมต่างๆ โดยเป็นกิจกรรมที่ครูจัดทำขึ้น และมุ่งให้นักเรียนปฏิบัติ

ไทรยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 141) ได้แบ่งสื่อการสอนตามลักษณะรูปร่างของสื่อออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. สื่อประเภทเครื่องมือ เป็นสื่อที่ได้มาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แขนงวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องฉายต่างๆ เครื่องเสียง โทรทัศน์ เป็นต้น

2. สื่อประเภทวัสดุ หมายถึง สื่อที่เป็นผลผลิตมาจากวิทยาศาสตร์เป็นวัสดุที่มีการผูกพันเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่น แผนที่ แผนภูมิ फिल्म แผ่นโปร่งใส เป็นต้น

3. สื่อประเภทวิชาการ หมายถึง สื่อประเภทเทคนิค ระบบ กระบวนการต่างๆ เช่น การสาธิต การศึกษานอกสถานที่ การทดลอง นิทรรศการ เป็นต้น

4. สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นเครื่องมือ วัสดุและวิธีการนำมาใช้ร่วมกันอย่างมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่สื่อแต่ละอย่างส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน เช่น บทเรียนแบบโปรแกรม ชุดการเรียนการสอน บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ชุดอุปกรณ์ ชุดสื่อประสม

อีไล (Ely.1982 : 156) ได้แบ่งสื่อการสอนตามลักษณะของทรัพยากรการเรียนรู้ (Learning resources) โดยแบ่งเป็น 5 ประเภท คือ

1. คน (People) ได้แก่ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เช่น ครู ผู้บริหาร นักแนะแนวการศึกษา ผู้บริการ ผู้ช่วยต่างๆ หรือผู้เชี่ยวชาญต่างๆ ที่มาช่วยในการเรียนรู้ เช่น วิทยากร เป็นต้น

2. วัสดุ (Materials) ได้แก่ หนังสือ สไลด์ फिल्मสตริป แผนที่ แผนภูมิ แผ่นโปร่งใส เทปบันทึกภาพ รวมทั้งวัสดุที่ใช้ในการศึกษา แต่อยู่ในรูปแบบอื่นๆ เช่น ในแบบของความบันเทิง เช่น ภาพยนตร์ สารคดี นิทรรศการ เป็นต้น

3. อาคารสถานที่ (Setting) ได้แก่ อาคาร ตึก สิ่งก่อสร้างต่างๆ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น อาคารเรียน ห้องสมุด หอประชุม โรงอาหาร โรงฝึกพลศึกษา ห้องโสตทัศนศึกษา เป็นต้น รวมถึงสิ่งที่ให้การศึกษาเพิ่มเติม เช่น พิพิธภัณฑ์ โรงงาน ตลาด สถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ (Tools and equipment) ได้แก่ โสตทัศนอุปกรณ์ และเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เช่น เครื่องฉายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

5. กิจกรรม (Activities) เทคนิควิธีการต่างๆ ที่จัดขึ้นเพื่อการเรียนการสอน เช่น เกม สถานการณ์จำลอง การสาธิต การทำงานเป็นกลุ่ม การศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น

เดอ คีบบอร์ (De Kiebbber.1965 : 1) ได้แบ่งสื่อออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะที่ใช้ ซึ่งเรียกว่าเป็นโสตทัศนอุปกรณ์ (Audio – visual aids) ได้แก่

1. สื่อประเภทเครื่องฉาย (Projected aids) ได้แก่ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ फिल्मสตริป เป็นต้น

2. สื่อประเภทที่ไม่ใช่เครื่องฉาย (Nonprojected aids) ได้แก่ ภาพนิ่ง แผนภูมิ ของจริงของจำลอง แผนที่ เป็นต้น

3. สื่อประเภทเครื่องเสียง (Audio aids) ได้แก่ เครื่องบันทึกเสียง วิทยุ แผ่นเสียง เครื่องขยายเสียง เป็นต้น

ประภาภรณ์ มูลแสดง (ม.ป.ป. : 188) ได้กล่าวถึงประเภทของสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการเรียน การสอน หมายถึง อุปกรณ์ต่างๆ ที่ช่วยในการเรียนการสอนไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งได้แก่

1. หนังสือพิมพ์
2. สิ่งตีพิมพ์ต่างๆ
4. ตัวอย่างจริง เช่น สิ่งมีชีวิตต่างๆ จากธรรมชาติ
5. วัตถุที่ช่วยให้เกิดมโนคติ เช่น โมเดลผลึกอันตรูปของคาร์บอน
6. ภาพนิ่ง ภาพยนตร์
7. แผนที่ แผนรูป รูปภาพ แผนผัง และลูกโลก
8. กระดาษสีต่างๆ ดินสอสี ปากกาเมจิก ชอล์คสี
9. เครื่องใช้และอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เช่น หลอดทดลอง

ถ้วยยูเรก้า ชุดสถิติการทดลองต่างๆ ฯลฯ

อุปกรณ์แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. อุปกรณ์สำเร็จรูป ได้แก่ ของจริง แบบจำลองต่างๆ (Model) หนังสือ สิ่งตีพิมพ์ ภาพยนตร์ แผนที่ เป็นต้น

2. อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้น อาจจะเป็นครูประดิษฐ์ขึ้นมาเอง หรือนักเรียนกับครู ร่วมกันประดิษฐ์ขึ้น ได้แก่ แผนที่ที่ทำขึ้นเอง รูปภาพที่วาดขึ้นเอง โมเดลที่สร้างขึ้นเอง เป็นต้น

3. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องมือเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีหรือเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด (Concept) ในบางเรื่อง

ในการวิจัยครั้งนี้สิ่งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้แก่ ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำจัด เป็นสื่อประเภทเครื่องมือเป็นอุปกรณ์ทดแทนที่สร้างขึ้นมาจากออสซิลโลสโคปมาตรฐานเพื่อนำไป ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือชั้นอื่นๆ ที่มีเนื้อหา สอดคล้องกับเครื่องมือนี้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนสื่อการสอนและเป็นการสร้างให้เกิด แนวความคิดในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น

หลักการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์

ในการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ประภาภรณ์ มูลแดง (ม.ป.ป. : 189-192) แนะนำไว้ว่า มีขั้นตอนหลักอยู่ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนจะต้องวางเป้าหมายของการสอนไว้ว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้บรรลุเนื้อหาอะไรบ้าง ลึกซึ้งแค่ไหน ตอนไหนของเนื้อหาที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ เพื่อวัตถุประสงค์อะไร เช่น

- 1.1 เพื่อให้เกิดความรู้
- 1.2 เพื่อให้เกิดความจำ
- 1.3 เพื่อให้เกิดความเข้าใจ
- 1.4 เพื่อพิสูจน์ทฤษฎี
- 1.5 เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด

2. ขั้นเลือกสรรอุปกรณ์ เมื่อได้วางวัตถุประสงค์ว่าจะใช้อุปกรณ์เพื่ออะไรแล้ว ก็ถึงขั้นเลือกสรรอุปกรณ์ที่ใช้ โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 2.1 ควรเลือกอุปกรณ์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้ ไม่ควรซับซ้อนจนนักเรียนสรุปไม่ได้ว่า วัตถุประสงค์ของการใช้อุปกรณ์นี้เพื่ออะไร
- 2.2 ควรเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับวัย พื้นความรู้ และความสนใจของนักเรียน
- 2.3 ควรเลือกอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้ง่าย เหมาะสมกับเวลา
- 2.4 ควรเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ง่ายๆ ราคาถูก
- 2.5 ในกรณีที่ประดิษฐ์อุปกรณ์ขึ้นใช้เอง ก็ควรผลิตให้มีขนาดเหมาะสมและใช้คล่องกระตือรือร้น

3. ขั้นเตรียมล่วงหน้าก่อนการใช้อุปกรณ์ เมื่อครูได้มีอุปกรณ์ที่จะใช้แล้ว ครูก็ควรที่จะมีการเตรียมล่วงหน้า 3 ด้าน คือ

- 3.1 เตรียมตัวครูเอง โดย
 - 1) ทำการบันทึกการสอนขึ้นกิจกรรมอย่างละเอียด
 - 2) ศึกษาเนื้อหาความรู้เพิ่มเติม
 - 3) ตรวจสอบและซ่อมแซมอุปกรณ์ให้ใช้ได้ดี
 - 4) ทดลองใช้อุปกรณ์ล่วงหน้าว่าได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่
 - 5) ศึกษาเทคนิคการใช้อุปกรณ์ที่จะให้ผลตรงตามเป้าหมาย
 - 6) ในกรณีที่ต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์หลายชิ้น ครูจำเป็นต้องเตรียมทุกอย่างให้

พร้อมที่จะหยิบใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องหา

7) ศึกษาบทเรียนให้ดีกว่าสิ่งใดไม่ควรเตรียมล่วงหน้าไว้นาน เช่น สารเคมีตัวใดที่มีปฏิกิริยาต่อแสงหรือสารละลายชนิดใดที่ตกตะกอนง่าย ก็ไม่ควรเตรียมล่วงหน้าไว้นาน

8) ศึกษาผลที่จะเกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ (ในกรณีทดลองวิทยาศาสตร์) และข้อผิดพลาดการทดลองมีอะไรบ้าง

9) ศึกษาข้อควรระวังและอันตรายจากการใช้อุปกรณ์และสารเคมีบางชนิด เช่น กรดเข้มข้น อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ฯลฯ

10) ศึกษาวิธีการใช้และจับต้องอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่างๆ ให้ถูกต้อง

3.2 เตรียมตัวนักเรียน

1) ให้นักเรียนอ่านการทดลองมาล่วงหน้าในกรณีที่มีการทดลองซับซ้อน

2) อุปกรณ์บางอย่างที่ต้องเตรียมมาจากบ้าน ก็ควรบอกนักเรียนล่วงหน้าให้เตรียมมาให้พร้อม

3) จัดให้นักเรียนนั่งให้เรียบร้อยตามที่ครูกำหนดให้

4) อธิบายให้นักเรียนทราบล่วงหน้าว่าจะมีกิจกรรมอะไร ควรสังเกตอะไร

5) ใช้เทคนิคการนำเข้าสู่บทเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

3.3 เตรียมสถานที่

1) ถ้าเป็นห้องเรียนให้จัดโต๊ะเก้าอี้ให้เรียบร้อยวางแผนให้ดีว่าจะนั่งกันอย่างไร
จึงจะสะดวก

2) จัดที่ตั้งอุปกรณ์ให้เพียงพอ และสะดวกในการหยิบใช้

3) เตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกให้พร้อม เช่น ปลั๊กไฟ สายไฟ น้ำ ฯลฯ

4) ให้เก็บสิ่งที่จะเบนความสนใจของเด็กออกไปจากห้อง

4. ขั้นตอนใช้อุปกรณ์หรือชิ้นแสดงจริง

1. ลำดับขั้นตอนการใช้อุปกรณ์แต่ละชิ้นให้ถูกต้อง

2. ใช้อุปกรณ์ด้วยความมั่นใจและถูกต้อง เช่น ควรคนสารด้วยแท่งแก้วคน ไม่ใช่ช้อนตักสาร เทอร์โมมิเตอร์หรือสิ่งอื่นแทน

3. อุปกรณ์ชิ้นใดที่ไม่ใช้ไม่ควรนำมาตั้งไว้เฉยๆ

4. ขณะกำลังใช้การทดลองควรพูดเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ

5. สอดสายสายตาให้ทั่วห้อง ขณะใช้อุปกรณ์ไม่ควรก้มหน้าก้มตาใช้อุปกรณ์จนไม่สนใจนักเรียน

6. ใช้คำพูดอธิบายประกอบให้ชัดเจน
7. สิ่งใดสามารถติดตั้งหรือแขวนได้ ควรตั้งหรือแขวนให้เรียบร้อย ไม่ควรถือไว้
8. อุปกรณ์ที่หมดความจำเป็นแล้ว ควรเก็บทันที ไม่ควรตั้งทิ้งไว้
9. ใช้อุปกรณ์ให้คุ้มกับที่เตรียมมา
10. ใช้อุปกรณ์ในช่วงเวลาที่กำหนด
11. ควรใช้ไม้ยาวๆ ที่ประกอบคำอธิบาย ไม่ควรใช้นิ้ว
12. ขณะใช้ให้พยายามสังเกตข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อปรับปรุงแก้ไข
13. จัดเก็บอุปกรณ์เข้าที่ให้เรียบร้อยหลังจากใช้เสร็จ
5. ขั้นตอนติดตามผลการใช้อุปกรณ์ อาจทำได้ดังนี้
 1. หลังการใช้แล้วครูและนักเรียนมาอภิปรายร่วมกัน
 2. ให้นักเรียนเขียนรายงานมาส่ง หรือรายงานด้วยปากเปล่า
 3. จัดนิทรรศการ
 4. ให้ทำแบบทดสอบ

คุณค่าของสื่อการสอน

นิพนธ์ สุขปรดี (2521:13 – 16) กล่าวว่า สื่อการสอน เป็นการถ่ายทอดความรู้และความคิดระหว่างครูกับนักเรียน เป็นเครื่องช่วยให้บทเรียนง่ายขึ้น เพราะสื่อการสอนจะช่วยให้ครูสามารถถ่ายทอดข้อเท็จจริง ทักษะ ทศนคติ ความรู้ ความเข้าใจและความซาบซึ้ง เห็นคุณค่าในเรื่องราวที่สอน ซึ่งจะเป็นรากฐานให้เกิดความเข้าใจและความจำอย่างถาวร นักการศึกษาต่างยอมรับและเห็นพ้องด้วยกันว่าสื่อการสอนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้การสอนได้ผลดีขึ้น ในด้านคุณค่าจากการใช้สื่อการสอน ดังนี้

1. คุณค่าทางด้านวิชาการ
 - 1.1 เด็กที่ได้รับจากการใช้สื่อการสอนประกอบการสอน จะได้รับประสบการณ์ตรงและเรียนได้ดีมากกว่าเด็กที่ไม่มีสื่อการสอนประกอบการเรียนการสอน
 - 1.2 ลักษณะที่เป็นรูปธรรมของสื่อการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสิ่งต่างๆ ได้กว้างขวาง เป็นแนวทางให้เข้าใจสิ่งอื่นๆ ได้ยิ่งขึ้นและยังช่วยส่งเสริมด้านความคิดและการแก้ปัญหาอีกด้วย
 - 1.3 จากการวิจัยสรุปว่าสื่อการสอนให้ประสบการณ์ที่เป็นจริงแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างถูกต้อง ทั้งช่วยให้ผู้เรียนจดจำเรื่องราวต่างๆ ได้มากและจำได้นาน
 - 1.4 สื่อการสอนโดยเฉพาะภาพยนตร์ จะช่วยเร่งทักษะในการเรียนรู้

2. คุณค่าทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้

2.1 สื่อการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและต้องการเรียนในสิ่งต่างๆ มากขึ้น เช่น การอ่าน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะคิด การแก้ปัญหาและความซาบซึ้งในคุณค่า

2.2 ทำให้เด็กมีมุมมองเริ่มแรกอย่างถูกต้องสมบูรณ์และก่อให้เกิดความคิดรวบยอดเป็นอย่างเดียวกันทั้งมีอิทธิพลต่อเจตคติของผู้เรียนด้วย

2.3 สื่อการสอนช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพอใจ และช่วยให้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง

3. คุณค่าทางด้านเศรษฐกิจการศึกษา

3.1 สื่อการสอน สามารถช่วยผู้เรียนที่เรียนช้าให้เรียนได้เร็วมากขึ้น ส่วนผู้เรียนที่ฉลาดก็จะเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้นไปอีก

3.2 การสอนโดยอธิบายอย่างเดียวยังเป็นการสิ้นเปลืองเวลาที่สุด เพราะเด็กลืมง่าย ถ้าใช้สื่อการสอนจะช่วยขจัดความสิ้นเปลืองนี้ และยังช่วยให้ครูที่สอนคืออยู่แล้วสอนดียิ่งขึ้น

3.3 สื่อการสอนช่วยประหยัดค่าพูดและเวลาของครู ที่สำคัญยิ่งกว่านั้น ยังช่วยประหยัดเวลาของนักเรียน ทำให้มีเวลาเหลือที่จะศึกษาบทเรียนอื่นต่อไป

3.4 สื่อการสอนช่วยขจัดปัญหาเรื่องสถานที่ เวลา และระยะทาง ได้ดังนี้

3.4.1 สามารถนำสิ่งที่เกิดในอดีตมาศึกษาได้ เช่น ภาพยนตร์

3.4.2 สื่อการสอนช่วยนำสิ่งที่อยู่ไกลเกินไปมาศึกษาได้

3.4.3 ช่วยทำสิ่งที่เคลื่อนไหวให้ให้เร็วได้ และทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ช้าลงได้ เช่น ภาพยนตร์ สามารถแสดงให้เห็นการเจริญเติบโตของพืชได้ในระยะเวลาสั้นๆ ได้

เดล (Dale, 1969 : 8) กล่าวถึงคุณค่าของสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. สามารถส่งเสริมความเข้าใจอันดี และส่งเสริมความเห็นอกเห็นใจระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนในชั้นเรียนก็ได้

2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่ประสงค์ได้

3. ทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เรียน ตรงกับความต้องการเป็นผลทำให้เพิ่มแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ยิ่งขึ้น

4. ให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้แปลกๆ ใหม่ หลายด้านแก่ผู้เรียน

5. ทำให้การเรียนรู้มีความหมาย ทำให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันมาก เข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนมาเช่นเดียวกัน

6. ใ้ใจให้ผู้เรียนนำเอาความรู้ที่เรียนไปใช้อย่างมีความหมาย

7. ทำให้ผู้เรียนมีปฏิภิรยาสะท้อนกลับ ซึ่งช่วยให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพียงใด

8. ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สมบูรณ์ เกิดมโนภาพที่ถูกต้องและมีความหมาย
9. ช่วยขยายและเพิ่มพูนขอบเขตของประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ช่วยให้จดจำได้เร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องอาศัยคำอธิบาย

10. ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระจำแจ้งเป็นระเบียบ

อิริคสัน (Erickson. 1971 : 108 – 109) ได้สรุปความสำคัญของสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยจัดและเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ช่วยครูสอนเนื้อหาวิชาที่มีความหมายต่อชีวิตของผู้เรียน
3. ช่วยครูแนะนำและกำกับผู้เรียนให้มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่พึงปรารถนาโดยใช้สื่อต่างๆ
4. ช่วยผู้เรียนให้สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไปตามเนื้อหาวิชา
5. ช่วยครูให้สามารถสอนได้รวดเร็วถูกต้องมากขึ้น

เคมปี และเดย์ตัน (Kemp and Dayton. 1985 : 3 – 4) ได้กล่าวถึงคุณค่าของสื่อการสอนว่า สื่อการสอนช่วยให้เกิดผลการเรียนดังต่อไปนี้

1. การถ่ายทอดความรู้มีความเป็นมาตรฐานมากขึ้น นั่นคือ ผู้เรียนได้รับข้อมูล ข่าวสาร โดยผ่านการรับรู้โดยการได้เห็นและได้ยินสิ่งที่เหมือนกัน การใช้สื่อการสอนจะช่วยลดความแตกต่างของการแปลความหมายโดยผู้เรียนที่รับข้อมูลที่เป็นนามธรรม

2. สื่อการสอนช่วยให้การเรียนการสอนน่าสนใจขึ้น สื่อการสอนสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ความชัดเจนของเนื้อหาที่เสนอผ่านสื่อ การใช้เทคนิคพิเศษ (Special effect) ต่างๆ ความสวยงามของภาพและสี สิ่งเหล่านี้จะช่วยสร้างให้การเรียนการสอนน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3. สื่อการสอนช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้นในการออกแบบระบบการใช้สื่อการสอนที่ดีนั้น ผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีส่วนร่วม มีการตอบสนอง และได้รับการเสริมแรงได้เป็นอย่างดี

4. สื่อการสอนสามารถลดระยะเวลาในการเรียนการสอนได้ สื่อการสอนช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว เพราะผู้เรียนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างรวดเร็วโดยการเรียนจากสื่อ ดังนั้นผู้สอนและผู้เรียนจึงมีเวลาในการศึกษาค้นคว้าให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

5. สื่อการสอนช่วยพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ถ้าสื่อการสอนได้รับการออกแบบโดยการผสมผสานระหว่างภาพและคำเป็นอย่างดี การใช้สื่อการสอนอย่างเป็นระบบที่ดี จะเป็นการคาดหวังได้ว่าการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาไปสู่ระดับที่ดีขึ้น

6. สื่อการสอนช่วยให้การเรียนการสอนไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา และสถานที่การออกแบบ

สื่อการสอนในปัจจุบันมีลักษณะของการศึกษารายบุคคลมากขึ้น ดังนั้นผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตามเวลาและสถานที่ที่สะดวก

7. สื่อการสอนช่วยสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียนต่อบทเรียนและกระบวนการเรียนรู้อะไร โดยผ่านสื่อการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนอย่างสนุกสนาน พึงพอใจ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียน

8. สื่อการสอนช่วยให้บทบาทของผู้สอนเปลี่ยนไปในทิศทางที่ดีขึ้น การใช้สื่อการสอนนอกจากจะช่วยให้ผู้สอนไม่จำเป็นต้องใช้เวลามากในการบรรยาย หรืออธิบายเนื้อหาโดยใช้เพียงคำพูดเท่านั้น ยังให้ผู้สอนเปลี่ยนจากการเป็นผู้บอกความรู้มาเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ และสามารถให้คำปรึกษาแนะนำได้มากขึ้น

จากการกล่าวถึงคุณค่าของสื่อการสอนของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปคุณค่าของสื่อการสอนได้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้มากขึ้นในเวลาอันสั้น
2. ช่วยให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น
3. ช่วยเพิ่มทักษะในการเรียนรู้
4. ช่วยให้ผู้เรียนจำเรื่องราวต่างๆ ได้มากและนานวัน
5. ช่วยในการก่อให้เกิดรูปธรรม และความคิดรวบยอด (Concept) ในการเรียนรู้จึงลดการสื่อความหมายด้วยวาจา
6. ช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดอย่างต่อเนื่อง
7. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องพื้นฐาน หรือภูมิหลังของผู้เรียนที่แตกต่างกัน
8. ช่วยให้ครูสอนได้ดีขึ้น และช่วยทำให้การสอนของครูบรรลุเป้าหมาย

ลักษณะของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ดี

สุพจน์ ศุภกุล (2537: 440 – 441) กล่าวถึง ลักษณะของอุปกรณ์ที่ดีไว้ดังนี้

1. รูปร่างลักษณะต้องจูงใจ เครื่องมือที่มีรูปร่าง สีสรรจูงใจ จะมีผลต่อการเรียนการสอนมากต้องทำงานได้ตามต้องการ เครื่องมือที่สร้างขึ้นต้องทำงานได้ตามต้องการไม่ใช่เมื่อนำไปทดลองแล้วเครื่องมือไม่ทำงาน ทำให้เสียเวลาเด็กจะรู้สึกเบื่อความสนใจในการเรียนจะลดลง
2. สะดวกในการใช้การปฏิบัติ เครื่องมือมีความคล่องตัวในการใช้ไม่เกะกะไม่เกิดอุบัติเหตุง่าย ความปลอดภัยและสะดวกในการใช้
3. มีความคงทนถาวร อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นควรมีความคงทนถาวรมีอายุการใช้งานได้นาน
4. วัสดุที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ควรเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก เพราะเมื่อออกแบบ

เสร็จแล้วเราสามารถสร้างได้ทันที วัสดุที่หาง่ายคือวัสดุที่มีในท้องถิ่นและวัสดุที่เหลือใช้ สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาใช้สร้างอุปกรณ์ได้มากแล้วแต่เราจะนำมาดัดแปลงให้เป็นเครื่องมือชนิดใด

5. ควรใช้งานได้หลายอย่าง จะทำให้ได้รับประโยชน์มากและคุ้มค่าแก่การออกแบบ สร้างทำให้สิ้นเปลืองน้อย ไม่เปลืองที่เก็บรักษา

6. สะดวกในการเก็บรักษา เครื่องมือที่สร้างขึ้นควรมีรูปแบบกะทัดรัดเพื่อความสะดวกในการเก็บรักษา ถ้ารูปร่างใหญ่เกินไปทำให้เปลืองเนื้อที่ ทางที่ดีอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นควรทำขึ้นส่วนเป็นชุดๆ และสามารถถอดเก็บได้สะดวกแต่ไม่ควรมีจำนวนชิ้นมากเกินไป เพราะอาจหาได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทดแทนและสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของอุปกรณ์ทดแทน

ได้มีผู้ให้ความหมายของอุปกรณ์ทดแทนไว้หลายความหมายด้วยกัน เช่น ธงชัย ชิวปรีชา และคนอื่นๆ (2526 : 209) ได้ให้ความหมายของอุปกรณ์ทดแทนไว้ว่า อุปกรณ์ทดแทนหมายถึง อุปกรณ์ที่ครูและนักเรียนร่วมกันสร้างขึ้นใช้เองจากวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่น เพื่อทดแทนอุปกรณ์ที่ต้องซื้อจากร้านขายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สมจิต สวธนไพบุลย์ (2526:145) ได้ให้แนวความคิดและความหมายสอดคล้องกับที่กล่าวมาแล้ว คือ สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีอุปกรณ์จำนวนมากที่ครู และนักเรียนอาจประดิษฐ์ขึ้นใช้เอง จากวัสดุเหลือใช้ และวัสดุในท้องถิ่น ซึ่งสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนทดแทนกับอุปกรณ์ของบริษัทห้างร้านที่จำหน่ายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุท้องถิ่นนี้ เรียกว่า อุปกรณ์ทดแทน

อิทธิพร ศรียมก (2523 : 208) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับสื่อการสอนในท้องถิ่นไว้ว่า สื่อในท้องถิ่น คือการทำทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถหาได้ในชุมชนนั้นมาประดิษฐ์เป็นสื่อการสอน สื่อการสอนที่ดีไม่จำเป็นต้องมีราคาแพงหากแต่ควรจะเป็นสิ่งหาได้หรือประดิษฐ์ได้ ครูอาจแสวงหาความร่วมมือจากชุมชนเพื่อผลิตสื่อการสอนในท้องถิ่นได้

ส่วนสมหวัง คุรุรัตน์ (ม.ป.ป. : 10-11) ได้กล่าวถึงสื่อการสอนที่จัดว่าเป็นอุปกรณ์อย่างง่าย จะต้องประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. วัสดุที่นำมาต้องหาง่าย มีอยู่ในท้องถิ่น อาจมีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ไม้ไผ่ เป็นของเหลือใช้ภายในบ้าน ขวดน้ำมันพืชบางชนิด กระป๋อง หลอดไฟที่เสียแล้ว หรือของเหลือใช้จากโรงงาน เช่น เศษไม้อัด เศษกระดาษ เศษโลหะ เป็นต้น
2. ขั้นตอนในการทำง่าย ไม่สิ้นเปลืองเวลา ราคาไม่แพง
3. ครูสามารถทำเองได้

4. สามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 503) ได้นิยามคำว่า ประดิษฐ์ ไว้ดังนี้ ถ้าเป็นกริยา หมายถึง ตั้งขึ้น จัดทำขึ้น คิดทำขึ้น สร้างขึ้น แต่งขึ้น ถ้าเป็นคุณศัพท์ หมายถึง ที่จัดทำขึ้นให้เหมือนของจริง

สอ เศรษฐบุตร (Sethaputra.1940 : 725 และ 2531 : 385) ได้ให้ความหมายของคำ "Ivention" ไว้ว่า ประดิษฐ์ ข้างคิด เนรมิต ข้างประดิษฐ์ ในการประดิษฐ์

ไพบุลย์ เจริญกุล (2532 : 713-715) ก็ได้กล่าวว่า การประดิษฐ์ หมายถึง การรู้จักคิดสร้างหรือจัดทำสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ หรือจัดทำขึ้นเพื่อความเพลิดเพลินในยามว่าง โดยนำวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาประดิษฐ์ให้มีคุณค่าสามารถนำไปใช้ได้ตามต้องการงานประดิษฐ์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักนำเอาวัสดุเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นสิ่งของเครื่องใช้ให้มีคุณค่าขึ้น และยังให้รู้จักทำสิ่งของต่าง ๆ ขึ้นใช้เองได้

สมบัติบุญญา ศรีภคณานนท์ (2535 : 17) อธิบายว่า สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชิ้นงานที่มนุษย์ทำขึ้นจากวัสดุอุปกรณ์ โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการคิดออกแบบดัดแปลง ปรับปรุง ซ่อมแซม หรือสร้างขึ้นใหม่

ชาร์มา (Sharma.1982 : 261) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับอุปกรณ์ทดแทนไว้ว่า อุปกรณ์ทดแทน หรืออุปกรณ์ราคาถูก (low-cost Material) หมายถึง อุปกรณ์ที่ผลิตได้จากวัสดุในบ้านหรือในท้องถิ่น ซึ่งอาจผลิตโดยครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน แทนที่ที่จะต้องซื้ออุปกรณ์ด้วยราคาแพงมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอน

สกุลรัตน์ พ่วงเดช (2529 : 33) กล่าวว่าอุปกรณ์ทดแทน หมายถึง อุปกรณ์การสอนที่ครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชนได้สร้างขึ้นหรือร่วมมือกันสร้างขึ้น โดยใช้วัสดุเหลือใช้ในบ้าน วัสดุที่ได้เปล่า วัสดุราคาถูก ที่มีใช้ในท้องถิ่น เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เป็นการทดแทนอุปกรณ์ที่ต้องซื้อจากร้านขายอุปกรณ์

จากแนวความคิดและความหมายที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ พอสรุปได้ว่า

อุปกรณ์ทดแทน หมายถึง อุปกรณ์ที่ผลิตมาจากวัสดุราคาถูกที่สามารถนำมาใช้แทนเป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนในโรงเรียน ซึ่งอาจได้มาจากการผลิตของครู นักเรียน หรือบุคคลอื่นๆ เพื่อเป็นการทดแทนอุปกรณ์ที่มีราคาแพง

คุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน

ได้มีผู้กล่าวถึงคุณค่าของอุปกรณ์ทดแทนไว้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ธงชัย ชิวปรีชาและคนอื่นๆ (2526 : 209-210) กล่าวว่า การทำอุปกรณ์ทดแทนนั้น โดยทั่วไปจะช่วยประหยัดงบประมาณ

การซื้ออุปกรณ์ลงได้มากและเหมาะสมกับบทเรียนที่สอนมากกว่าอุปกรณ์ที่จัดซื้อมาเพราะครูย่อมทราบดีว่า ตนเองต้องการใช้ในเรื่องใด อย่างไร จึงสามารถออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับวิธีสอนของตนเองได้ดีที่สุดและถ้าครูและนักเรียนได้ร่วมมือกันวางแผนและสร้างอุปกรณ์แล้วจะเป็นการช่วยปลูกฝังค่านิยมในการคิดประดิษฐ์ด้วยตนเองทำให้เกิดเจตคติว่า การสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่เฉพาะนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นที่จะทำได้ใครๆ ก็สามารถคิดและประดิษฐ์ขึ้นได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ทดแทนนอกจากครูจะเป็นผู้ออกแบบแล้วควรฝึกให้นักเรียนออกแบบด้วยตนเองด้วยเป็นการฝึกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเป็นนักประดิษฐ์ให้เกิดขึ้นในตัวเด็กได้เป็นอย่างดี

ไซ สาลิฉัน (2523 : 3) ให้แนวคิดเกี่ยวกับคุณค่าของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ และวัสดุในท้องถิ่น สรุปได้ว่า อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเองนี้จะสอดคล้องกับแผนการสอนในบทเรียนต่างๆ ได้ดีและทำให้เกิดความคิดใหม่ๆ ในการประดิษฐ์ นอกจากนี้ยังทำให้บุคคลเห็นคุณค่าของทุกสิ่งทุกอย่างว่ามีประโยชน์ จะไม่ทิ้งสิ่งของต่างๆ โดยเปล่าประโยชน์มีความรักในสิ่งของ นิยมมัธยัสถ์ รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ มีความเพลิดเพลินในการประดิษฐ์รักษาความเป็นระเบียบ เป็นผู้ทำงานอย่างมีระบบ รู้จักแก้ไขปัญหา รักการประดิษฐ์ เป็นคนมีเหตุผลที่ดี เป็นต้น

ชาร์มา (Sharma.1982 : 264 - 265) ได้กล่าวถึง คุณค่าของอุปกรณ์ทดแทน หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ราคาถูกไว้ ดังต่อไปนี้

1. คุณค่าทางเศรษฐกิจ (Economic value) อุปกรณ์ทดแทนจะช่วยประหยัดงบประมาณได้มาก เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ในบ้าน วัสดุราคาถูก และวัสดุได้เปล่าในท้องถิ่น ทั้งยังประดิษฐ์ได้จำนวนมากเพียงพอกับจำนวนนักเรียน
2. คุณค่าทางวิชาการ (Educational and psychological value) อุปกรณ์ทดแทนจะทำให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นในหลักการต่าง ๆ เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทำให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างในทางที่มีประโยชน์และเมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างอุปกรณ์ จะทำให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าได้ประสบความสำเร็จในการทำงานมีความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะคิดสิ่งใหม่ๆ ต่อไป

3. คุณค่าทางสังคม (Social value) อุปกรณ์ทดแทนจะทำให้นักเรียนรักการทำงานด้วยการใช้มือของตนเอง มีเจตคติที่จะพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพชีวิตของตนและสังคม

จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ทดแทนให้คุณค่าในหลายๆ ด้าน คือ ในด้านตัวนักเรียนอุปกรณ์ทดแทนจะช่วยเสริมสร้างความรู้ที่ลึกซึ้งเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ มีความเชื่อมั่นในตนเองและ

ประหยัดงบประมาณของโรงเรียนไปได้มากและในด้านการเรียนการสอนครูจะได้ใช้อุปกรณ์ที่สอดคล้องกับวิธีสอนของตนและเหมาะสมกับผู้เรียน อันเป็นทางเสริมสร้างประสิทธิภาพของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทางหนึ่ง

ความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

การสร้างอุปกรณ์ทดแทนประกอบกับการเรียนการสอนนั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างหรือประดิษฐ์อุปกรณ์ทดแทนนี้ด้วย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์หลายประการ ดังที่ สมจิต สวอนไพบูลย์ (2526 : 145) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์หลักของการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประดิษฐ์อุปกรณ์ทดแทนไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการออกแบบการประดิษฐ์อุปกรณ์
2. เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในงานอดิเรกด้านวิทยาศาสตร์
3. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการวิทยาศาสตร์
5. เพื่อเสริมสร้างคุณสมบัติด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านความอดทน

อุตสาหะ รอบคอบ สุขุม และเป็นคนมีความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน

นอกจากนี้ ธงชัย ชิวปรีชา และคนอื่นๆ (2526 : 209 - 210) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนไว้ ซึ่งสรุปได้ 5 ประการ คือ

1. เพื่อให้มีอุปกรณ์เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
2. เพื่อประหยัดรายจ่าย
3. เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการสอนของครู
4. เพื่อปลูกฝังค่านิยมในการคิดประดิษฐ์สิ่งของด้วยตนเอง
5. เพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

ไซ สาลีจัน (2523 : 4 - 5) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนที่ควรใช้ในการสร้างและประดิษฐ์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ว่า มีหลักเกณฑ์ที่ต้องคำนึงถึงและปฏิบัติ 5 ขั้นตอน คือ

1. ต้องทราบหลักการทำงาน (Functions) ของเครื่องมือที่จะสร้างขึ้นนั้นเสียก่อนว่าจะให้เครื่องมือชิ้นนั้นทำงานอย่างไร

2. เลือกวัสดุที่จะใช้ออกแบบสร้างจะต้องเลือกวัสดุที่มีอยู่แล้วหรือที่หาได้ง่าย เมื่อใช้วัสดุที่เลือกแล้วควรจะให้ทำงานได้ดี สะดวกในการใช้การปฏิบัติ การเก็บรักษาสะดวก และมีความคงทนถาวร

3. ดำเนินการออกแบบสร้าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้ว ก็ต้องนำมาพิจารณาออกแบบเพื่อที่จะให้เครื่องมือทำงานได้ตามต้องการ จะตัดต่อ เจาะ หรือทำอะไร ต้องคำนึงอย่างรอบคอบ

4. มิฉะนั้นจะทำให้สิ้นเปลืองวัสดุเมื่อคิดได้รูปร่างลักษณะที่ค่อนข้างแน่นอนแล้วก็เขียนรูปร่างคร่าวๆ ได้พิจารณาใหม่หลายๆ ครั้งว่า ควรจะดัดแปลงแก้ไข ปรับปรุงอะไรอีกบ้าง จนได้แบบที่แน่นอนแล้วจึงเขียนรูปแสดงสัดส่วนรายละเอียดต่างๆ เอาไว้ จากนั้นเราก็เริ่มสร้างตามแบบที่เขียนไว้จนเสร็จเรียบร้อย

5. ทำการตรวจสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นว่าทำงานได้ผลดีเพียงไร โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นทดลองดูการทำงานพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลไว้ ทดลองหลาย ๆ ครั้ง เปรียบจากข้อมูลที่บันทึกไว้แต่ละครั้ง ถ้าได้ผลตรงกันทุกครั้งตรงตามความต้องการ แสดงว่า การออกแบบเครื่องมือชิ้นนั้นดี ถ้าผลใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าการออกแบบนั้นดีพอใช้ ถ้าได้ผลต่างกันมากแสดงว่าการออกแบบนั้นยังไม่ดีจะต้องดัดแปลงและปรับปรุงแก้ไขใหม่

6. ทำการปรับปรุงแก้ไข จนกว่าจะได้ผลดี ถ้าเครื่องมือที่จะสร้างขึ้นนั้น เมื่อนำไปทดลองแล้วผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนมาก ต้องนำเครื่องมือชิ้นนั้นมาแก้ไขใหม่ หาสาเหตุว่าอะไรบ้างที่อาจจะทำให้ผลของการทดลองมีความคลาดเคลื่อนแล้วลองแก้ไขตรวจสอบขั้นที่ 4 อีกจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ

วาสนา ขาวหา (2524 : 119) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์อย่างง่ายดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาหรือรายละเอียดในบทเรียนให้ลึกซึ้งเสียก่อน เพื่อนำความรู้ไปออกแบบอุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบทเรียนหรือหลักสูตร

2. ร่างแบบคร่าวๆ แล้วพิจารณาหลาย ๆ ครั้ง ว่าควรจะปรับปรุงแก้ไขหรือดัดแปลงอย่างไรบ้าง เมื่อได้แบบที่แน่นอนแล้ว จึงเขียนเป็นรูปแบบแสดงรายละเอียดและสัดส่วนอย่างชัดเจน

3. เลือกวัสดุที่จะใช้เป็นอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย ให้เหมาะสมกับแบบที่เขียนไว้ วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก มีความคงทน เมื่อเรานำมาใช้ทำอุปกรณ์การสอนแล้วสามารถใช้ได้ดี สะดวกในการใช้ การปฏิบัติ และการเก็บรักษา

4. สร้างอุปกรณ์การสอนตามแบบที่เขียนไว้ในข้อ 2 โดยคำนึงถึงความเรียบร้อยประณีต และถูกต้องตามแบบที่เขียนไว้ทุกประการ

5. ตรวจสอบอุปกรณ์การสอนที่สร้างเสร็จแล้วว่าใช้ได้ผลดีเพียงใด โดยนำอุปกรณ์

การสอนที่สร้างขึ้นนั้นมาทดลองใช้ และจดบันทึกข้อมูลไว้ กระทำหลาย ๆ ครั้ง เปรียบเทียบผลจากข้อมูลที่บันทึกไว้ในแต่ละครั้งว่าได้ตรงกัน ไกล่เคียงกันหรือต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าได้ผลตรงกันทุกครั้งแสดงว่า การออกแบบอุปกรณ์การสอนนั้นดี ถ้าผลใกล้เคียงกันแสดงว่าการออกแบบอุปกรณ์นั้นอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่ถ้าได้ผลต่างกันมากแสดงว่าการออกแบบยังไม่ดีพอควรได้รับการแก้ไขปรับปรุงหรือดัดแปลงจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจและเชื่อถือได้จึงจะนำอุปกรณ์การสอนนี้ไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างมั่นใจและมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นผลดีต่อการเรียนการสอน อุปกรณ์การสอนที่นำมาใช้ไปแล้วเกิดขัดข้องหรือไม่เป็นไปตามที่คาดหมายก็จะทำให้เสียเวลาต้องแก้ไขปรับปรุงในขณะที่ทำการสอนเป็นสาเหตุให้นักเรียนเบื่อหน่ายและขาดความเชื่อมั่นในตัวครู ซึ่งเป็นผลเสียต่อบุคลิกภาพและการสอนของครูในอนาคตต่อไป

ชาร์มา (Sharma.1982 : 262 - 263) ได้เสนอว่าขั้นตอนของการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย โดยจุดมุ่งหมายของอุปกรณ์ที่จะสร้างขึ้นต้องคำนึงถึง ความรู้ ทักษะ เจตคติและเหมาะสมกับผู้ใช้อย่าง
 2. เตรียมการออกแบบ โดยคำนึงถึง ชนิด วัสดุ ราคา ความคงทนและวัสดุที่หาได้ง่าย ในท้องถิ่น
 3. สร้างอุปกรณ์โดยนักเรียน ครู ผู้เชี่ยวชาญ หรือร่วมมือกันระหว่างกลุ่มบุคคลแต่ละฝ่ายที่อยู่ในชุมชน
 4. ทดลองใช้อุปกรณ์ เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข
 5. ดำเนินการผลิต
- จากแนวความคิดและข้อเสนอแนะขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างอุปกรณ์ราคาถูก หรือ อุปกรณ์อย่างง่ายนั้น พอจะสรุปเป็นแนวทางได้ว่า ขั้นตอนในการสร้างอุปกรณ์มีดังต่อไปนี้
1. ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง
 2. กำหนดจุดมุ่งหมาย หรือจุดประสงค์การเรียนรู้
 3. สำรวจวัสดุในท้องถิ่นที่จะนำมาใช้สร้างอุปกรณ์
 4. ดำเนินการสร้างอุปกรณ์
 5. ทดลองใช้
 6. ประเมินผลการใช้
 7. ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

แหล่งวัสดุทดแทน

วัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์นั้นมีมากและมีอยู่รอบตัวเราดังที่ โช่ สาลี่ฉั่น (2523 : 16 - 18) ได้กล่าวถึงแหล่งวัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ภายในบ้าน เช่น ถ่านไฟเก่า ๆ เศษสายไฟ เศษลึงกะลีสี่ เศษไม้ เศษกระดาด ขล่อง ยาสิ่ฟัน จุกปิดหลอดยาสิ่ฟัน ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ขวดน้ำมันพืช กระป๋องนม กระป๋องโวลต์ดิน ขามแตก หลอดกาแฟ ถังพลาสติก กระดาดตะกั่วของหนูหรือ ปากกาถูกลิ้นที่ใช้แล้ว

2. ภายในโรงเรียน เช่น ไม้ปากกาที่ใช้หมดแล้ว หลอดแก้ว หลอดพลาสติก ถังพลาสติก ขวดแตก หลอดไฟที่เสียแล้ว เศษกระดาด เป็นต้น

3. ภายในร้านค้า เช่น ร้านอาหาร ร้านกาแฟ ร้านขายของต่างๆ วัสดุเหลือใช้ที่ขอบริจาคได้ เช่น ถังพลาสติก กระป๋องนม กระป๋องโวลต์ดิน ขวดเบียร์ ขวดยาบำรุงกำลัง ถ้วยใส่ ไอศกรีม ขวดน้ำมันพืช โหลแตก ขวดพลาสติกต่างๆ ฝาขวดน้ำอัดลม ถาดใส่ขนมหม้อแกง ฯลฯ

4. โรงพยาบาล สิ่งที่จะได้รับ เช่น ขวดน้ำเกลือ ถังน้ำเกลือ กระบอกฉีดยาพลาสติก ขวดยาต่างๆ ขวดผงขัดห้องน้ำ ฯลฯ

5. จากงานเลี้ยง วัสดุที่หาได้ เช่น แก้วแตก ขวดเบียร์ ขวดสุรา กระป๋องเบียร์ หลอดกาแฟ หลอดไฟเสีย กระป๋องนม ฯลฯ

6. วัสดุในท้องถิ่น วัสดุในท้องถิ่นที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น แร่ธาตุต่างๆ หิน ต้นไม้ นานา ชนิด แผลง ไม้ไผ่ ปลายานาชนิด เป็นต้น

7. ขอบริจาคจากองค์การ สมาคม มูลนิธิ บริษัท และห้างร้าน เช่น องค์การยูนิเซฟ มูลนิธิเอเชีย สำนักข่าวสารต่างๆ

8. จากโรงงานต่างๆ เช่น ซีลื้อย เศษไม้ กระบอกสูบ ลูกสูบ เครื่องยนต์เก่าๆ ฯลฯ

9. จากที่สาธารณะ เช่น เปลือกหอย หิน ทราบ จากชายทะเล ขวดต่างๆ กระป๋อง เศษไม้ เศษโลหะ เศษสายไฟที่ทิ้งอยู่ตามถนน

จากตัวอย่างดังกล่าวนี้ เห็นได้ว่า ครู จะสามารถหาวัสดุอุปกรณ์จากแหล่งต่างๆ ได้รอบตัว ทั้งที่มีอยู่ในบ้าน และในท้องถิ่นของตน

สิ่งที่ควรพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ทดแทน

การสร้างอุปกรณ์ทดแทนหรืออุปกรณ์ที่ประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นนั้น จากรายงานการสัมมนาเรื่องอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนกลุ่มประเทศเขตเอเชีย (Report of a Regional Seminar in Asia. 1973 : 14) ได้กล่าวถึงสิ่งที่ควรนำมาพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. จำเป็นต่อการเรียนหรือไม่
2. ทนทานหรือไม่
3. เก็บรักษาได้ง่ายหรือไม่
- 4.ปลอดภัยในการใช้หรือไม่
5. น่าสนใจหรือไม่
6. ราคาแพงหรือไม่

ชาร์มา (Sharma.1982 : 261 - 262) ได้ให้แนวทางพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์

วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ใช้วัสดุ หรือวัตถุดิบที่ได้เปล่า หรือราคาต่ำ หรือที่มีอยู่ในท้องถิ่น
2. อุปกรณ์นั้นไม่ต้องใช้ความชำนาญมากเป็นพิเศษในการประกอบและอาจทำได้ โดย

นักเรียน ครู หรือสมาชิกในชุมชน

3. อุปกรณ์นั้นต้องนำไปสู่ความเข้าใจในจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและง่าย
4. กระบวนการในการสร้างอุปกรณ์นั้นๆ ต้องง่าย ไม่ยุ่งยาก และราคาถูก
5. อุปกรณ์นั้นต้องไม่ซับซ้อน ให้ผลถูกต้อง เทียบตรงกับระดับของผู้ใช้ หรือระดับของ

นักเรียน

6. อุปกรณ์นั้นต้องกระตุ้นความคิด การตอบสนอง การอภิปราย การทดลอง และการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

7. อุปกรณ์นั้นต้องไม่ทำให้เซว (Distraction)หรือทำให้เกิดความสับสน (Conflict) หรือทำให้เกิดความลำเอียง (Bias)

8. การผลิตอุปกรณ์นั้นต้องไม่สิ้นเปลืองเวลามาก

ไซ สาลีนัน (2523 : 10 - 12) ได้ให้แนวคิดที่ว่า อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้น ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. รูปร่างลักษณะต้องจูงใจ ถ้ารูปร่างจูงใจ จะมีผลดีต่อการเรียนการสอนมาก เพราะเมื่อครูนำเครื่องมือเข้าไปในห้องเรียน นักเรียนมองเห็นก็จะเริ่มสนใจ อยากรู้ว่าเครื่องมือนี้จะใช้ทำอะไร มีผลอย่างไร ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจเรียนมากขึ้น ผลของการเรียนการสอนก็จะได้ผลเต็มที่

2. ต้องทำงานได้ (Functions) ตามต้องการ ถ้าเครื่องมือไม่ทำงานต้องเสียเวลาแก้ไข ขณะเรียนทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่าย ความสนใจการเรียนจะลดลง

3. สะดวกในการใช้และปฏิบัติ เพื่อจะได้มีความคล่องตัวในการใช้และทดลองไม่เกะกะ

ไม่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย มีความปลอดภัยแก่ครูและนักเรียน

3. มีความคงทนถาวร อุปกรณ์ที่มีความคงทนถาวรจะมีอายุการใช้งานได้นานเป็นการประหยัดไม่ต้องจัดซื้อจัดทำบ่อยๆ

5. วัสดุที่สร้างควรเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย เพื่อว่าเมื่อออกแบบเสร็จแล้วจะได้สร้างได้ทันที ถ้าวัสดุหาได้ยาก หรือหาไม่ได้ก็ไม่มีโอกาสได้สร้าง การออกแบบเครื่องมือนั้นก็สูญเปล่า ไม่เกิดประโยชน์ วัสดุที่หาได้ง่าย ได้แก่ วัสดุที่มีในท้องถิ่น วัสดุเหลือใช้ วัสดุเหล่านี้นำไปประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการสอนได้ดี

6. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุราคาถูก ทั้งนี้เนื่องจากในโรงเรียนส่วนใหญ่มีงบประมาณค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้น้อยมาก ถ้าเราออกแบบที่ใช้วัสดุราคาถูกสร้างก็จะพอมีเงินซื้อวัสดุราคาถูก

7. เป็นการประหยัดเงินของโรงเรียน และยังทำให้สร้างอุปกรณ์ได้จำนวนมากขึ้นอีกด้วย

8. ควรใช้งานได้หลายอย่างเพื่อจะได้คุ้มค่าแก่การสร้าง สิ้นเปลืองน้อยและไม่เปลืองที่เก็บรักษา

9. สะดวกในการเก็บรักษา ควรออกแบบให้มีรูปร่างกระทัดรัด อาจจะทำชิ้นส่วนเป็นชุดและถอดเก็บได้สะดวก แต่ไม่ควรมีจำนวนมากเกินไป จะตกหายได้ง่าย

10. มีเสถียรภาพดี เพื่อจะได้ไม่ล้มง่าย ทำให้ไม่ชำรุด ไม่เสียเวลาซ่อม จึงควรออกแบบให้มีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานตั้ง และต่ำใกล้ฐาน จึงจะมีเสถียรภาพดี

11. เวลาสาธิตหรือปฏิบัติการทดลองต้องให้ผู้เรียนมองเห็นและสังเกตได้ชัดเจน ดังนั้นอุปกรณ์ที่สร้างต้องไม่เล็กเกินไป ชิ้นส่วนประกอบต้องไม่บังกัน

ฮัทเทนรอต (Huttenrot. 2523 : 35) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ศูนย์เรคแซม (RECSAM) ได้ให้ข้อคิดและคำแนะนำในการออกแบบอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนไว้ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ออกแบบต้องดึงดูดความสนใจ (Attractive) โดยจะเน้นสีสรรให้เกิดความรู้สึกน่าจับ น่านำไปทดลอง อยากนำไปใช้ วัสดุบางอย่าง เช่น พลาสติกที่มีสีต่างๆ อยู่ในตัวเองแล้ว ถ้ามองในแง่ความสวยงาม พลาสติกมีสีสวยงามใช้

2. อุปกรณ์ทุกชนิดที่ออกแบบ จะต้องคำนึงถึงการประหยัด โดยควรให้ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ชุดอื่นๆ ได้

3. อุปกรณ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงความแข็งแรง ขนย้ายได้สะดวกไม่เสียหาย หรือหลุดง่าย ถอดออกได้สะดวก ประกอบเข้าเป็นชิ้นงานอุปกรณ์ได้ง่าย เพื่อความเรียบร้อยในการขนย้าย

4. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ควรพิจารณาเรื่องความปลอดภัยเป็นสำคัญ ควรมีคำแนะนำให้ระวังอันตรายด้วย

5. วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุราคาถูกหรือวัสดุเหลือใช้ เพราะจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและยังสามารถสร้างได้เป็นจำนวนมากขึ้นด้วย เนื่องจากโรงเรียนส่วนใหญ่มีงบประมาณในการทำอุปกรณ์การสอนน้อยมาก นอกจากนั้นต้องพิจารณาว่า วัสดุเหลือใช้หรือวัสดุราคาถูกนั้นควรมีอยู่ในท้องถิ่น

6. มีขนาดที่พอเหมาะ ไม่ใหญ่เกินไป เนื่องจากไม่สะดวกในการเคลื่อนย้ายและการเก็บรักษาเพราะเปลืองเนื้อที่ และไม่ควรเล็กเกินไป ผู้เรียนจะไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน จึงควรให้มีขนาดพอเหมาะกับกลุ่มของนักเรียน

7. สะดวกในการใช้และการเก็บรักษา เนื่องมาจากการออกแบบที่เหมาะสม รูปร่างกระทัดรัด เหมาะแก่การปฏิบัติ และลดอุบัติเหตุอันอาจเกิดขึ้น

8. มีความคงทนถาวรพอควร ไม่ชำรุดเสียหายง่าย เพราะอุปกรณ์ที่คงทนถาวรช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายอันจะต้องสูญเสียกับการสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาทดแทนอุปกรณ์ที่แตกหักเสียหายอยู่เรื่อยๆ

9. ควรใช้งานได้หลายอย่างในการออกแบบอุปกรณ์ควรให้ใช้งานได้หลายอย่าง และสามารถดัดแปลงไปใช้กับอุปกรณ์การสอนอื่นได้ง่าย จึงจะได้ผลคุ้มค่า และไม่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษาอีกด้วย

10. ควรเป็นอุปกรณ์การสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด

จากแนวทางการพิจารณาในการสร้างอุปกรณ์ของผู้เชี่ยวชาญการสร้างและออกแบบอุปกรณ์ดังกล่าวแล้วนี้ พอจะสรุปเป็นหลักเกณฑ์ในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนได้ 10 ประการ ดังนี้

1. ประหยัดค่าใช้จ่าย โดยใช้วัสดุที่ได้เปล่า วัสดุราคาถูก ที่มีในท้องถิ่น
2. ทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษในการสร้างอุปกรณ์ทดแทนนี้ อาจทำได้โดยครู นักเรียน หรือสมาชิกในชุมชน
3. นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ
4. อุปกรณ์นี้ต้องพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. ให้ใช้การทดลองที่ถูกต้อง เพียงตรง เหมาะสมกับระดับผู้เรียน
6. มีความคงทนถาวร

7. ใช้สะดวก และปลอดภัย
8. การสร้างอุปกรณ์ไม่สิ้นเปลืองเวลามาก
9. ง่ายแล้วซ่อมเองได้ด้วยครู หรือนักเรียน หรือสมาชิกในชุมชนกับรักษาง่าย

หลักการในการผลิตอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย

ในการผลิตอุปกรณ์การสอนอย่างง่ายมีขั้นตอนที่จะช่วยในการพิจารณาหลายขั้นตอนด้วยกัน ขั้นแรกจะต้องสำรวจสถานการณ์ก่อน ผู้ผลิตอุปกรณ์การสอนอย่างง่ายจะต้องหาคำตอบให้ได้ว่าในการสอนครั้งนั้นต้องการอะไร นั่นคือจะต้องทราบวัตถุประสงค์ก่อน(สมหวัง ครูรัตนะ. ม.ป.ป. : 11-12) และองค์ประกอบที่มีความสำคัญเท่าเทียมกับวัตถุประสงค์ได้แก่ องค์ประกอบของผู้เรียน ซึ่งมีดังนี้

1. สภาพทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ ฯลฯ
2. สภาพทางสังคม ได้แก่ วัฒนธรรม อาชีพ สภาพเศรษฐกิจ ฯลฯ
3. สภาพทางการศึกษา ได้แก่ การใช้ภาษา วิธีการเรียน ความรู้พื้นฐาน ทักษะ ฯลฯ
4. สภาพทางจิตใจ ได้แก่ ความสนใจ ทศนคติ ความเชื่อ ฯลฯ

นอกจากนั้นสิ่งควรมองต่อไปก็คือ สภาพแวดล้อมที่จะต้องสอนเป็นอย่างไร ลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์การสอนแต่ละชนิด นอกจากนี้สิ่งที่ขาดไม่ได้ในการผลิตอุปกรณ์การสอนจำเป็นจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพที่มีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาแห่งการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอุปกรณ์การสอนที่ผู้ผลิตต้องทราบ เพื่อนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการผลิต อันได้แก่

1. ทฤษฎีความสัมพันธ์เชื่อมโยงของธอร์นไดค์ นั่นคือ ถ้าผู้สอนได้สร้างสิ่งเร้า เพื่อช่วยย่วยให้ผู้เรียนอยากตอบสนองหรืออยากเรียน ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น
2. ทฤษฎีสถานะของเลวิน พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีสถานะที่อาจนำมาใช้ในการทำอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย ก็คือ อุปกรณ์การสอนที่สร้างขึ้นจะต้องให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. ทฤษฎีการวางเงื่อนไขของการกระทำของสกินเนอร์ การนำความรู้จากทฤษฎีนี้มาใช้ในการทำอุปกรณ์การสอนจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ โดยพยายามสร้างตัวเสริมแรงที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ควรจะต้องมีการวางแผนให้โดยกำหนดเป็นขั้นตอนย่อยๆ หรือสั้นๆ เพื่อความสะดวกในการเสริมแรงให้สอดคล้องกับความสำเร็จของผู้เรียน
4. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ ซึ่งมีความเชื่อว่า ความเจริญงอกงามทางสติปัญญาของมนุษย์เกิดขึ้นจากการปะทะกับสิ่งแวดล้อม จะค่อยๆ เจริญขึ้นเรื่อย จนถึงขีดสูง

สุดในวัยรุ่น การจัดสิ่งแวดลอมให้ผู้เรียนจึงต้องสอดคล้องกับความสามารถทางสมองที่ผู้เรียนจะใช้ในการแสดงออก อุปกรณ์การสอนจัดเป็นส่วนประกอบหนึ่งของสิ่งแวดลอมที่จะจัดให้ผู้เรียน การทำอุปกรณ์ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงสิ่งที่คุณเรียนจะนำมาใช้แสดง

จากหลักการและแนวความคิดเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์อย่างง่ายดังกล่าวจึงสรุปได้ว่าการผลิตอุปกรณ์อย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์การสอนนั้น ผู้ผลิตจะต้องคำนึงถึงความต้องการของเนื้อหาบทเรียน ประสิทธิภาพที่มีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและทฤษฎีทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอุปกรณ์การสอนเป็นสำคัญ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าในวิชาวิทยาศาสตร์ รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

สำหรับรายวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าสอดแทรกอยู่ได้แก่รายวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ดังมีรายวิชาที่เกี่ยวข้องดังนี้

ว 021 ฟิสิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของเสียงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในเรื่องธรรมชาติของเสียงสมบัติของคลื่นเสียง เรโซแนนซ์ของเสียงและเครื่องดนตรี หูและการได้ยินของมนุษย์ความเข้มของเสียงและมลภาวะของเสียง ปฏิกิริยาการดูดซับและคลื่นกระแทก วิธีการบอกตำแหน่งวัตถุและวิธีการบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลรวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่างๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเสียงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ว 023 ฟิสิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของไฟฟ้าและแม่เหล็กในเรื่อง กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความจุไฟฟ้า กฎของโอห์ม สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ขัดข้อง การหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก

หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการของมอเตอร์ รวมทั้งฝึกปฏิบัติการต่างๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าและแม่เหล็ก

ว 025 ฟิสิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาพื้นฐานของกระแสไฟฟ้าสถิต คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฟิสิกส์อะตอม และฟิสิกส์นิวเคลียร์ในเรื่อง กฎเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์และกฎของเลนส์ หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าวงจรพื้นฐานของไฟฟ้ากระแสสลับ การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แนวคิดทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์และการทดลองของเฮิร์ต สเปกตรัม คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประวัติการค้นพบอิเล็กทรอนิกส์ แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมและแนวคิดพื้นฐานของกลศาสตร์ควอนตัม ปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ การป้องกันอันตรายและการใช้ประโยชน์จากกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ รวมทั้งการฝึกปฏิบัติการต่างๆ เพื่อให้มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

คำอธิบายรายวิชา

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า การทดลองการเกิดกระแสไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแบบต่าง ๆ วิธีการส่งกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ใช้ การทดลองหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า วงจร และอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน การทดลองต่อสวิตช์แบบต่างๆ หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่างๆ การทดลองการทำงานของหลอดวาสุแสง การทดลองการควบคุมอุณหภูมิและความเร็วของมอเตอร์ในเครื่องใช้ไฟฟ้า วิธีป้องกันและแก้ไขอันตรายที่อาจเกิดจากการใช้ไฟฟ้า

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง เสียงในชีวิตประจำวัน

คำอธิบายรายวิชา

การเกิดเสียง การเดินทางของเสียงผ่านตัวกลาง ธรรมชาติของเสียงและการสะท้อนของเสียง และการทดลอง ปรากฏการณ์เสียงก้อง การหักเหของเสียง การเลี้ยวเบนของเสียง การแทรก

สอของเสียง ปฏิกิริยาการณ็ดอปเพลอร์และเรโซแนนซ์ และการทดลอง เครื่องดนตรีประเภทต่างๆ การทดลองการเกิดเสียงดนตรีประเภทเครื่องดีด สี ตี และเป่า การส่งเสียงระยะไกล การบันทึกเสียง การผลิตเสียง และการรับรู้เสียง

เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าในรายวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าวคือ วิชาฟิสิกส์ (ว 021) ได้แก่ การเกิดบีตส์ของเสียง การวัดความยาวคลื่นเสียง ระดับเสียงและคุณภาพเสียง วิชาฟิสิกส์ (ว 023) ได้แก่ ไฟฟ้ากระแส แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก และหม้อแปลงไฟฟ้า ฟิสิกส์ (ว 025) ได้แก่ ไฟฟ้ากระแสสลับและความต่างศักย์ไฟฟ้า มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับและค่ายังผล ซึ่งเนื้อหาเหล่านี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้อุปกรณ์ที่ต้องสามารถแสดงสัญญาณรูปคลื่นให้เห็น จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

ปัญหาและอุปสรรคของการเรียนการสอน เรื่องสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาพบว่า ปัญหาและอุปสรรคในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายก็คือ การขาดแคลนอุปกรณ์การสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งมนตรี คัมเกตุ (2537 : 80-84) ได้ทำการสำรวจความต้องการด้านเนื้อหารายการโทรทัศน์ของครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ และสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า สาเหตุของความต้องการของครูวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ส่วนใหญ่ เฉลี่ยร้อยละ 24.17-55.83 คือการขาดสื่อการสอน โดยเฉพาะเรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า มีความต้องการถึงร้อยละ 75.83 และสาเหตุความต้องการของครูวิทยาศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพส่วนใหญ่ เฉลี่ยร้อยละ 28.70-40.00 คือการขาดสื่อการสอน

ซูเกียรติ ชัยชนะดารา (2532 : 9) กล่าวว่า ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ สิ่งหนึ่งที่นักเรียนมีปัญหาก็คือการศึกษาเรื่องลักษณะของสัญญาณคลื่นรูปต่างๆ เช่น คลื่นเสียง คลื่นจากไฟ AC การผสมสัญญาณเสียงบีต เป็นต้น การที่จะทำให้มองเห็นเป็นรูปธรรมได้จะต้องใช้เครื่องมือราคาแพง เช่น ออสซิลโลสโคป เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้การเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ขาดประสิทธิภาพไปอย่างน่าเสียดาย

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการแก้ปัญหาการเรียนการสอนก็คือการจัดหาอุปกรณ์การสอนมาใช้แต่อุปสรรคที่สำคัญก็คือ อุปกรณ์การสอนบางชนิดมีราคาแพงเกินไปสิ่งที่สามารถทำได้ก็คงหนีไม่พ้นวิธีการจัดสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาทดแทนโดยพยายามให้มีคุณสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับอุปกรณ์ที่มีราคาแพงนั้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Educational Research and Development (R&D) เป็นการพัฒนาการศึกษา โดยพื้นฐานการวิจัย (Research based educational development) เป็นกลยุทธ์หรือวิธีการสำคัญวิธีหนึ่งที่ยินยอมใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักเหตุผลและตรรกวิทยา เป้าหมายหลักคือใช้เป็นกระบวนการในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา (Educational products)

สมาน ชาดิยานนท์ (ม.ป.ป : 19) ได้กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาว่าเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนของการพัฒนาผลผลิตต่างๆ เช่น หลักสูตร วัสดุ อุปกรณ์ เทคนิควิธีการเรียนการสอน ฯลฯ และมักจะเรียกขั้นตอนหรือกระบวนการนี้ว่า R&D cycle หรือวัฏจักร R&D ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาข้อค้นพบต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นลักษณะของการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review related literature) นั้นเอง

ขั้นต่อไป จึงพัฒนาสิ่งซึ่งต้องการจะพัฒนา ทดลองใช้ (Tryout) หรือทดสอบภาคสนาม (Field testing) กับกลุ่มนักเรียนหรือประชากรที่เราต้องการใช้ จากนั้นจึงปรับปรุงเพื่อขจัดข้อบกพร่องต่างๆ ที่ค้นพบจากการทดลองใช้ การทำตามวัฏจักรนี้บางครั้งจะทำซ้ำหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งแน่ใจว่าบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และได้ผลผลิตตรงตามที่ต้องการแล้วจึงจะนำไปใช้จริงๆ

สมาน ชาดิยานนท์ (ม.ป.ป : 20) ก็ได้กล่าวว่า R&D แตกต่างจากงานวิจัยพื้นฐาน และงานวิจัยประยุกต์ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยพื้นฐานและงานวิจัยประยุกต์ก็คือ การแสวงหาทฤษฎีหรือหลักการใหม่ๆ ทางด้านการเรียนการสอน แต่วัตถุประสงค์ของ R&D คือการพัฒนาผลผลิตอย่างใดอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ได้จริงๆ อย่างมีประสิทธิภาพในโรงเรียน ผลผลิตจาก R&D อาจจะเป็นตัวหลักสูตร หนังสือเรียน ชุดการเรียนการสอน คู่มือครู ชุดฝึกสอน อุปกรณ์การเรียนการสอน หรือสื่อทัศนูปกรณ์ต่างๆ ก็ได้ โดยทั่วไปแล้วงานวิจัยพื้นฐานและงานวิจัยประยุกต์จะให้ผู้ปฏิบัติงานน้อยกว่า R&D ตัวอย่าง R&D ที่เห็นได้ชัด ได้แก่ โครงการพัฒนาหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งนับว่าเป็นโครงการใหญ่โครงการหนึ่ง ที่มีขั้นตอนการดำเนินงานหลายขั้นตอน และมีบุคลากรปฏิบัติงานตามโครงการนี้จำนวนมากมายและยังใช้เวลาในการปฏิบัติงานนานหลายปีอีกด้วย

2. ขั้นตอนในการดำเนินงาน ในงานวิจัยแบบพื้นฐานหรืองานวิจัยประยุกต์ นักวิจัยมักจะมีขั้นตอนการดำเนินงานโดยเริ่มด้วยปัญหา หรือสมมติฐานที่ต้องการจะศึกษา จากนั้นจึงเลือกกลุ่มตัวอย่าง แล้วเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล แล้วเขียนเป็นรายงานลงวารสารทางวิชาการต่อไป ส่วนขั้นตอนการดำเนินงานของ R&D มีขั้นตอนการดำเนินการที่แตกต่างกันกล่าวคือ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ ทำการวิจัยหรือศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พัฒนา ทดลองใช้ ปรับปรุงให้เหมาะสม ทดลองใช้และปรับปรุงซ้ำอีกจนบรรลุวัตถุประสงค์ และนำไปใช้จริง

อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา มิใช่สิ่งที่จะทดแทนการวิจัยทางการศึกษา แต่เป็นเทคนิควิธีที่จะเพิ่มศักยภาพของการวิจัยทางการศึกษาให้มีผลต่อการจัดการศึกษา คือ เป็นตัวเชื่อมเพื่อแปลงไปสู่ผลผลิตทางการศึกษาที่ใช้ประโยชน์ได้จริง และงานวิจัยประเภทนี้จะได้ผลผลิตที่นำไปใช้ได้จริง ๆ นั้นจะต้องมีการทดลองและพิสูจน์แล้วจนเป็นที่เชื่อถือได้ จึงจะนำไปใช้ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาเป็นการพัฒนาคุณภาพการศึกษาที่น่าเชื่อถือมากที่สุดวิธีหนึ่ง และควรให้การสนับสนุนงานวิจัยประเภทนี้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ด้วย

ขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนา

อาศัยงานวิจัยทางการศึกษาในหนังสือของ บอร์ก และ กอลล์ (Borg and Gall.1981 : 222-223) ได้สรุปขั้นตอนการวิจัยและงานวิจัยดังกล่าว (ซึ่งจัดว่าเป็นงานวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาขึ้นหนึ่ง) เป็นกระบวนการ 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะทำการพัฒนา ต้องกำหนดให้ชัดว่าผลผลิตทางการศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนาคืออะไร โดยต้องกำหนด 1) ลักษณะทั่วไป 2) รายละเอียดของการใช้ 3) วัตถุประสงค์ของการใช้ เกณฑ์ในการเลือกกำหนดผลผลิตทางการศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนาอาจมี 4 ข้อ คือ

1.1 ตรงกับความต้องการอันจำเป็นหรือไม่

1.2 ความก้าวหน้าทางวิชาการมีพอเพียงในการที่จะพัฒนาผลผลิตที่กำหนดหรือไม่

1.3 บุคลากรที่มีอยู่ มีทักษะความรู้และประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัยและพัฒนาหรือไม่

1.4 ผลผลิตนั้นจะพัฒนาขึ้นในเวลาอันสมควรได้หรือไม่

2. รวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย การสังเกตภาคสนาม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ผลผลิตทางการศึกษาที่กำหนด ถ้ามีความจำเป็นผู้ทำการวิจัยและพัฒนาอาจต้องทำการศึกษาวิจัยขนาดเล็ก เพื่อหาคำตอบซึ่งงานวิจัยและทฤษฎีที่มีอยู่ไม่สามารถตอบได้ ก่อนที่จะเริ่มพัฒนาต่อไป

3. วางแผนวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย

3.1 ประมาณการใช้จ่าย กำลังคน และ ระยะเวลาที่ต้องการใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้

3.2 พิจารณาผลสืบเนื่อง

4. พัฒนารูปแบบขั้นตอนของผลผลิต ขั้นนี้เป็นการออกแบบและจัดทำผลผลิตทางการศึกษาตามที่วางไว้ เช่น ถ้าเป็นโครงการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นก็ต้องออกแบบหลักสูตร เตรียมวัสดุหลักสูตร คู่มือผู้ฝึกอบรม เอกสารในการฝึกอบรม และเครื่องมือการประเมินผล

5. ทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 1 โดยการนำผลผลิตที่ออกแบบและจัดเตรียมไว้ในขั้นที่ 4 ไปทดลองใช้ เพื่อทดสอบคุณภาพขั้นตอนของผลผลิตในโรงเรียนจำนวน 1-3 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเล็ก ประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

6. ปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 1 นำข้อมูลและผลจากการทดลองใช้จากขั้นที่ 5 มาพิจารณาปรับปรุง

7. ทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 2 ขั้นนี้นำผลผลิตที่ปรับปรุงไปทดลอง เพื่อทดสอบคุณภาพผลผลิตตามวัตถุประสงค์ในโรงเรียน จำนวน 5-15 โรงเรียน ประเมินเชิงปริมาณในลักษณะ Pretest กับ Posttest นำผลไปเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ของการใช้ผลผลิต อาจมีกลุ่มควบคุมกลุ่มทดลองถ้าจำเป็น

8. ปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 2 นำข้อมูลและผลการทดลองจากขั้นที่ 7 มาพิจารณาปรับปรุง

9. ทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 3 ขั้นนี้นำผลผลิตที่ปรับปรุงไปทดลอง เพื่อทดสอบคุณภาพการใช้งานของผลผลิต โดยผู้ใช้ตามลำพังในโรงเรียน จำนวน 10-30 โรงเรียน ประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

10. ปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 3 นำข้อมูลจากการทดลองขั้นที่ 9 มาพิจารณาปรับปรุง เพื่อผลิตและเผยแพร่ต่อไป

โดยสรุปแล้ว การวิจัยและพัฒนาเป็นรูปแบบการวิจัยที่จะทำให้การวิจัยการศึกษาทั้งการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ ได้รับการนำไปใช้ในการปรับปรุงหรือพัฒนาการศึกษามากยิ่งขึ้น เพราะการวิจัยและพัฒนาเน้นการพัฒนาผลผลิตทางการศึกษาที่ใช้ในการจัดศึกษาได้อย่างกว้างขวาง ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่เหมือนขั้นตอนการวิจัยการศึกษา และขั้นตอนที่ 7 เหมือนการวิจัยเชิงประเมินผล (Evaluation research) อีกด้วย การที่จะส่งเสริมและสนับสนุน

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาในเมืองไทย จึงไม่เป็นสิ่งที่ยากเกินไป เพราะการวิจัยการศึกษาได้เจริญก้าวหน้าในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน ดังนั้นหากวงการวิจัยการศึกษาไทยหันมาสนใจการวิจัยและพัฒนามากขึ้น ก็จะเป็นการทำให้มีการนำผลการวิจัยการศึกษาไปใช้กันกว้างขวางยิ่งขึ้นในอนาคต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

✓ เจนวิทย์ ผาสุก (2521 : 73 - 76) ได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากกลุ่มตัวอย่าง 176 คน ใน 47 โรงเรียน ของเขตการศึกษา 11 ปีการศึกษา 2520 ได้พบปัญหาและความต้องการของครู คือ นักเรียนขาดทักษะในการอ่านและค้นคว้า ขาดตำราและวารสารที่ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ความต้องการของครูมากที่สุดคือ ต้องการห้องปฏิบัติการที่เป็นสัดส่วนโดยเฉพาะและมีอุปกรณ์สมบูรณ์ ส่วนความเห็นทั่วไปของครูวิทยาศาสตร์คือ เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรไม่พอ อุปกรณ์การสอนไม่ครบ ด้านการสอนครูให้นักเรียน ทำการทดลอง และการประเมินผลโดยใช้วิธีให้นักเรียนสอบเป็นข้อเขียนมากที่สุด

ต่อมา กิจจา โหริชัย (2523 : 87-88) ได้ศึกษาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เช่นกันกับครูโรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานคร จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นครูใน 51 โรงเรียน ปีการศึกษา 2523 พบว่า ปัญหาเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ครูส่วนใหญ่เห็นว่าวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีคุณภาพต่ำ ขำรุง่าย ครูส่วนน้อยเห็นว่า ครูขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ในปีงบประมาณ 2524 มันทนา จงสุขสันติกุล (2524 : 69-71) ได้สำรวจปัญหาของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2524 โดยมีครูกลุ่มตัวอย่าง 263 คน จาก 60 โรงเรียน ได้รวบรวมปัญหาในด้านที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ไว้ดังนี้คือ ครูวิทยาศาสตร์มีปัญหาในด้านไม่มีเวลาในการผลิตหรือซ่อมแซมอุปกรณ์การสอน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สอนมีคุณภาพต่ำ ขำรุง่าย และจัดซื้อไม่สะดวก ห้องเรียนโดยทั่วไปไม่มีที่เก็บวัสดุอุปกรณ์จึงทำให้ไม่สะดวกในการนำไปประกอบการเรียนการสอน ต้องการห้องปฏิบัติการที่เป็นสัดส่วนเฉพาะและมีอุปกรณ์การสอนสมบูรณ์

ประมวล ศิริผั่นแก้ว และคนอื่นๆ (ม.ป.ป. : 7) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นของภาคตะวันออก โดยได้สำรวจปัญหาและความสนใจของครูเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ด้วย และพบว่า

ในภาคตะวันออกของประเทศไทย การจัดหาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษามีปัญหาหนัก นั่นคือ ครูวิทยาศาสตร์ได้รับปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์การทดลอง ที่มีปัญหาหนักถึง ร้อยละ 22.43 มีปัญหาปานกลางร้อยละ 52.23 และปัญหาน้อยร้อยละ 26.34

นอกจากนี้ สิริพร จันทวรรณ (2524: 103-109) ได้สำรวจปัญหาและความต้องการสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 8 จากครูที่สอนวิทยาศาสตร์กายภาพ 22 คน และนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพจำนวน 764 คน ปีการศึกษา 2523 ได้พบปัญหาและความต้องการในด้านอุปกรณ์การทดลอง ดังนี้

1. ครูมีความเห็นว่า การใช้อุปกรณ์มีปัญหาหนักที่สุดเกี่ยวกับไม่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องการซ่อมอุปกรณ์การสอน และไม่มีอุปกรณ์ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ ส่วนด้านความต้องการครูต้องการให้ปริมาณอุปกรณ์การทดลองให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์การสอน จัดสภาพห้องเรียนให้เอื้ออำนวยต่อการใช้อุปกรณ์การสอน และต้องการให้จัดหาหนังสือและเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนที่จะใช้ศึกษาหาความรู้ได้ และในด้านความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับคุณภาพประสิทธิภาพของอุปกรณ์การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่ออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ อุปกรณ์ส่วนใหญ่มีความคงทนถาวรปานกลาง มีประสิทธิภาพปานกลางแต่แนวโน้มมาทางน้อย เมื่อชำรุดแล้วซ่อมเองได้ส่วนใหญ่น้อย ความสะดวกในการใช้ปานกลางแต่มีแนวโน้มมาทางมาก และจำนวนเพียงพอในระดับปานกลางแต่มีแนวโน้มมาทางน้อย

2. นักเรียน ปัญหาของนักเรียนในด้านอุปกรณ์คือ มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน และบางบทเรียนในโรงเรียนไม่มีอุปกรณ์การทดลอง ในด้านความต้องการสื่อการสอนนักเรียนต้องการให้ครูแนะนำเทคนิคการใช้อุปกรณ์การทดลองต้องการได้รับความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ และต้องการให้ครูใช้รูปภาพ ของจริง การศึกษานอกสถานที่ ใช้สไลด์ ภาพยนตร์ ประกอบการสอน และในด้านความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์การทดลองวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่ออกแบบโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนมีความคิดเห็นว่า อุปกรณ์ส่วนใหญ่มีความคงทนปานกลาง แต่มีแนวโน้มทางน้อย มีประสิทธิภาพปานกลาง แนวโน้มทางน้อย เมื่อชำรุดแล้วซ่อมเองได้น้อยที่สุด สะดวกในการใช้มากที่สุด และจำนวนอุปกรณ์มีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

จากงานวิจัยดังกล่าวพอสรุปได้ว่า อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนใหญ่มีจำนวนไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ชำรุดง่าย และซ่อมเองไม่ได้

พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ย 89.32 % สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นตรงกันว่า คู่มือการใช้แท่นถ่ายพอใช้ แท่นถ่ายแบบการ์ตูนดี ระบบควบคุม ระบบแสงสว่างและการนำไปใช้งานดีมาก

สนอง ทองปาน (2537 : 74 - 80) ได้ทำการศึกษาผลการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นในการสอนการอัดขยายภาพขาวดำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทดแทนการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอัดขยายภาพขาวดำของนักเรียน ที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้มีความสามารถในการอัดขยายภาพมาก่อน จำนวน 48 คนผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอัดขยายภาพขาวดำระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น และนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน

จากผลงานการวิจัยทางด้านสิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่า สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากแนวความคิดของนักวิจัยสามารถนำไปแก้ปัญหาในด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านการขาดแคลนสื่อการเรียนการสอน ซึ่งสิ่งประดิษฐ์สามารถทดแทนและแก้ปัญหาได้

งานวิจัยในต่างประเทศ

การ์ซอน (Garzon.1964 : 1025) ได้วิเคราะห์ปัญหาในการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของประเทศฟิลิปปินส์ พบปัญหาต่างๆ ดังนี้ คือ

1. อุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีเพียงพอ
2. ขาดตำรา และนิตยสารต่าง ๆ ที่จะช่วยส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น
3. ความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ของครูมีไม่เพียงพอ
4. ไม่มีการอบรมครูวิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้าทางวิชาการ
5. วิธีการประเมินผลผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ดีพอ
6. หลักสูตรและประมวลการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่
7. ครูวิทยาศาสตร์มีจำนวนชั่วโมงสอนมากเกินไป จนไม่มีโอกาสได้ปรับปรุงการสอนของตนเอง

8. ครูไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย และการตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะในการสอนระดับประถมศึกษาดีพอ

พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ย 89.32 % สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นตรงกันว่า คู่มือการใช้แท่นถ่ายพอใช้ แท่นถ่ายแบบการ์ตูนดี ระบบควบคุม ระบบแสงสว่างและการนำไปใช้งานดีมาก

สนอง ทองปาน (2537 : 74 - 80) ได้ทำการศึกษาผลการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นในการสอนการอัดขยายภาพขาวดำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทดแทนการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอัดขยายภาพขาวดำของนักเรียน ที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นกับที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 ที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้มีความสามารถในการอัดขยายภาพมาก่อน จำนวน 48 คนผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอัดขยายภาพขาวดำระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้น และนักเรียนที่เรียนโดยการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำมาตรฐาน ไม่แตกต่างกัน

จากผลงานการวิจัยทางด้านสิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่า สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากแนวความคิดของนักวิจัยสามารถนำไปแก้ปัญหาในด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านการขาดแคลนสื่อการเรียนการสอน ซึ่งสิ่งประดิษฐ์สามารถทดแทนและแก้ปัญหาได้

งานวิจัยในต่างประเทศ

การ์ซง (Garzon.1964 : 1025) ได้วิเคราะห์ปัญหาในการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของประเทศฟิลิปปินส์ พบปัญหาต่างๆ ดังนี้ คือ

1. อุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ
2. ขาดตำรา และนิตยสารต่าง ๆ ที่จะช่วยส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น
3. ความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ของครูมีไม่เพียงพอ
4. ไม่มีการอบรมครูวิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้าทางวิชาการ
5. วิธีการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ดีพอ
6. หลักสูตรและประมวลการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่
7. ครูวิทยาศาสตร์มีจำนวนชั่วโมงสอนมากเกินไป จนไม่มีโอกาสได้ปรับปรุงการสอนของตนเอง

8. ครูไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย และการตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะในการสอนระดับประถมศึกษาดีพอ

ส่วนคลินตัน (Clinton. 1966 : 1683) ได้ศึกษาปัญหาครูใหม่ในรัฐเท็กซัส โดยมีความมุ่งหมายที่จะค้นหาปัญหาต่างๆ ของครูใหม่เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับการจัดโปรแกรมการเรียนการวิจัยให้ประชากรซึ่งเป็นครูใหม่ในรัฐเท็กซัส จำนวน 100 คน พบว่าครูใหม่มีปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอน ดังนี้

1. มีความยากลำบากในการใช้วัสดุทัศนวัสดุ
2. มีปัญหาการใช้วัสดุให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน
3. ไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์การสอน
4. ไม่มีที่เก็บอุปกรณ์การสอน
5. การหาแหล่งวัสดุที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนลำบาก

และสเปน (Spain.1971 : 285 - 290) ได้ศึกษาถึงปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ การสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ วิธีและเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา และความยุ่งยากทั่วไปในการสอนวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ 33 คน ใน 8 โรงเรียน ในไนจีเรียตอนเหนือ (Northern Nigeria) ผลการวิจัยพบว่า

1. มีครูจำนวน 18 คน คิดว่าแบบเรียนยังไม่เพียงพอสำหรับเด็กและเนื้อหาในแบบเรียนยังไม่เหมาะสม
2. มีครูจำนวน 16 คน เห็นว่า เครื่องมือการทดลองเพียงพอแล้ว แต่ยังมีครูอีก 15 คน ยังเห็นว่า ต้องการเครื่องมือในการทดลองวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเพิ่มขึ้น
3. มีจำนวนครู 32 คน มีความเห็นว่า ควรจะได้มีการทบทวนวิธีการทดลองใหม่ และการสอนเนื้อหานั้นควรจะเน้นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเด็กมากขึ้น

จากงานวิจัยต่างประเทศ จึงสรุปผลการวิจัยได้ว่าครูต้องการให้มีการแนะนำช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์การทดลอง และวัสดุทัศนอุปกรณ์ ตลอดจนต้องการมีสถานที่เก็บอุปกรณ์เมื่อใช้แล้ว และมีปัญหามากในด้านไม่มีอุปกรณ์เพียงพอ ไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์และขาดความรู้ในการใช้อุปกรณ์

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งผู้วิจัยอ้างอิงถึงไม่ว่าจะเป็นการเปรียบเทียบหลักการทำงานของออสซิลโลสโคปกับโทรทัศน์ขาวดำที่พบว่ายคล้ายคลึงกัน ความสำคัญ และคุณค่าของการใช้อุปกรณ์ทดแทนและสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอน ปัญหาและอุปสรรคของการเรียนการสอนในเนื้อหาเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าคือ อุปกรณ์การสอนที่ต้องการใช้มีราคาแพง และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ก็พบว่า ครูส่วนใหญ่ขาดแคลนอุปกรณ์การสอนมีความยุ่งยากในการใช้อุปกรณ์ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์

การสอนในเนื้อหาเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้เกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาโทรทัศน์ขาวดำเป็นออสซิลโลสโคป เพื่อเป็นอุปกรณ์ทดแทนออสซิลโลสโคปมาตรฐานซึ่งมีราคาแพง เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนดังกล่าว

สมมติฐานของการวิจัย

1. ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้น สามารถใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้
2. ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้น มีระดับคุณภาพด้านประสิทธิภาพ และ ด้านส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในเกณฑ์ดี (มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปจาก 5.00)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
2. การประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้น

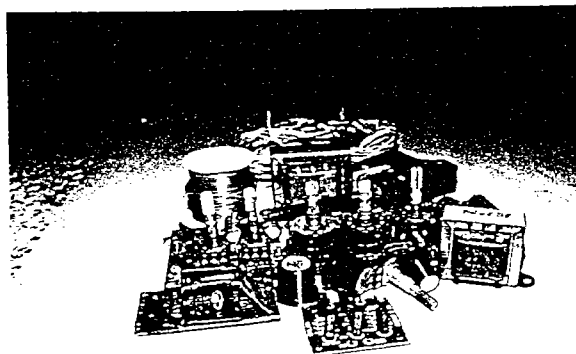
ในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนข้างต้นมีรายละเอียดดังนี้

การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนย่อยดังนี้

1. การกำหนดวัสดุอุปกรณ์การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

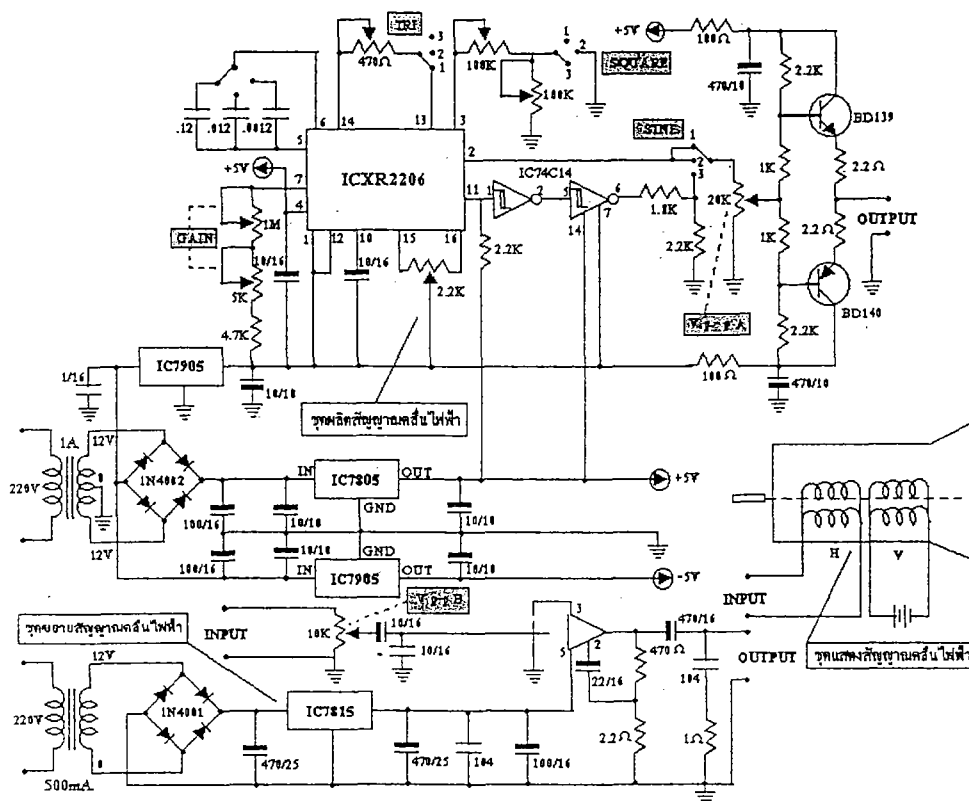
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์โดยคำนึงถึงคุณสมบัติต่อไปนี้มีคุณภาพดี แข็งแรงทนทาน หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และความเหมาะสมของวัสดุเป็นสำคัญโดยได้ปรึกษาคณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง



ภาพประกอบ 12 วัสดุอุปกรณ์ที่เลือกใช้ในการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

2. การออกแบบและสร้างวงจรของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำเอาหลักการของออสซิลโลสโคปมาตรฐานมาเป็นต้นแบบในการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำให้มีประสิทธิภาพในการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งในการออกแบบชุดวงจรของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำมีองค์ประกอบดังนี้ คือ 1) ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า 2) ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า และ 3) ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า



ภาพประกอบ 13 วงจรรวมของออกซิลไดสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

3. การสร้างผังวงจรของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

เมื่อได้ออกแบบชุดวงจรออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำแล้ว ผู้วิจัยได้นำ
 เาวางจริงเด็กทรอนิกส์ที่ออกแบบไว้มาประกอบเป็นผังวงจรรวม โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

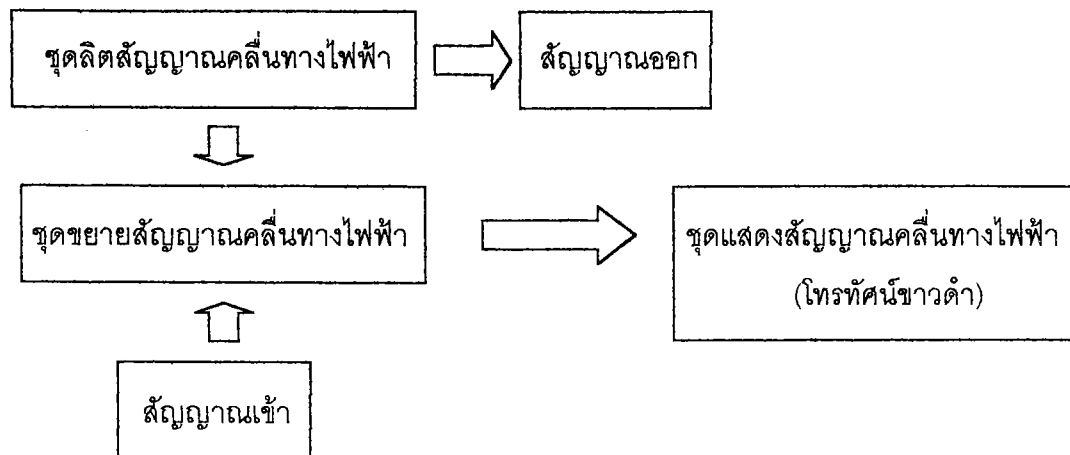
3.1 เขียนผังวงจรรวม

3.2 กำหนดตำแหน่งและสัญลักษณ์กำกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อความสะดวก

ในการอ่านผังวงจร การตรวจสอบการทำงานของวงจร และการประกอบวงจร

3.3 นำผังวงจรรวมไปเป็นต้นแบบในการจัดสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ต่อไป



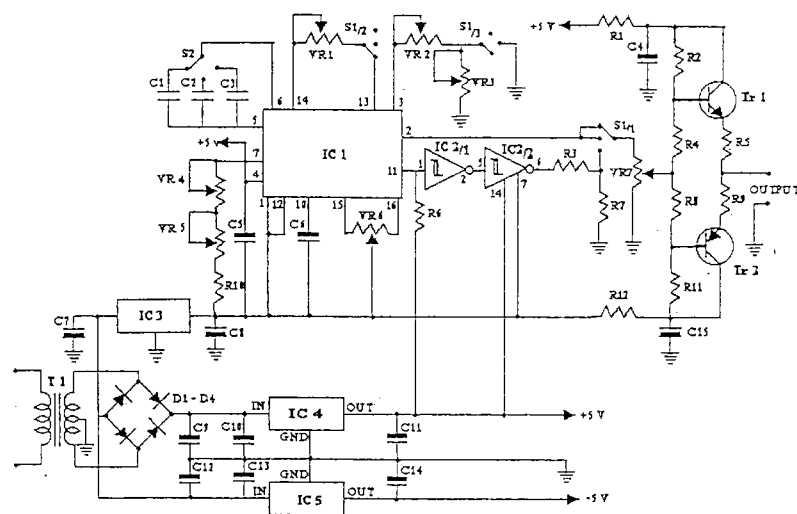
ภาพประกอบ 14 ผังรวมของฮอสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

4. การสร้างชุดวงจรฮอสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

เมื่อออกแบบผังวงจรเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์มาติดตั้งลงบนแผงวงจร โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ชุดวงจรผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

นำชุดวงจรผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าตามแนวโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ของไพसान ปราณิตพลกรัง (2521 : 74) ที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผงวงจร



ภาพประกอบ 15 ชุดวงจรผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

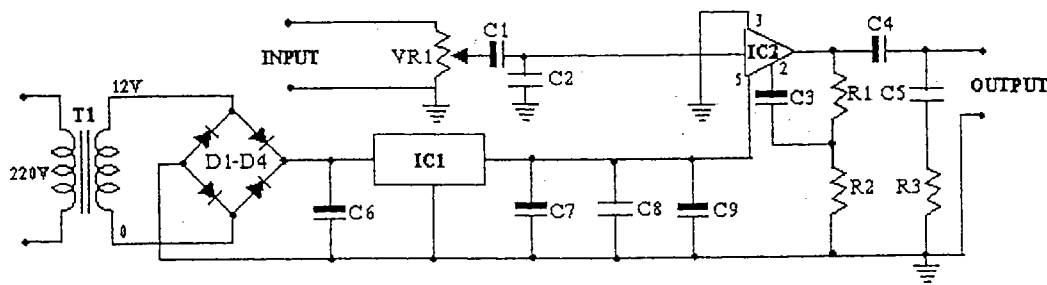
หลักการทำงาน

ใช้ ไอซี เบอร์ XR-2206 เป็นหัวใจในการผลิตความถี่ โดยมีคุณสมบัติการทำงานดังนี้

1. ผลิตความถี่ได้ตั้งแต่ 10 Hz – 150 kHz
2. สร้างรูปคลื่นทางไฟฟ้าได้ 3 แบบคือ รูปคลื่นซายน์ สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม
3. ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุด 2 โวลต์
4. ปรับหยาบ ปรับละเอียดของสัญญาณที่แสดงทางจอภาพได้

4.2 ชุดวงจรขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

นำชุดวงจรขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ซึ่งใช้ภาคขยายของ อี พี เอส รุ่น EPS-307 ขนาดกำลังขยาย 10 วัตต์ ที่ผู้วิจัยนำมาประกอบติดตั้งลงบนแผงวงจร



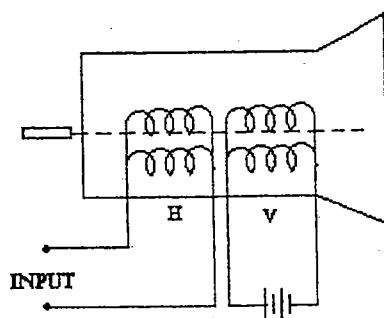
ภาพประกอบ 16 ชุดวงจรขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

หลักการทำงาน

ชุดขยายสัญญาณความถี่คลื่น ขนาด 10 วัตต์ โดยมี ไอซี หมายเลข TDA 2003 ทำหน้าที่เป็นหัวใจในการขยายสัญญาณที่ป้อนเข้ามาช่องสัญญาณเข้า (Input) ได้แก่ สัญญาณที่ถูกส่งมาชุดผลิตความถี่คลื่นไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อส่งไปแสดงผลทางจอภาพ นอกจากนี้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำนี้สามารถรับสัญญาณไฟฟ้าจากภายนอกได้ด้วย

4.3 ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า (โทรทัศน์ขาวดำ)

นำโทรทัศน์ขาวดำใช้แล้วยี่ห้อ Razor รุ่น RZ-1479 ขนาดจอภาพ 14 นิ้ว มาตัดสายสัญญาณเข้าชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวนอน (Horizontal yoke) ออกเหลือไว้เพียงชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง (Vertical yoke) ที่ยังทำงานอยู่ จากนั้นทำการปรับมุมชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง (Vertical yoke) ให้เส้นสัญญาณที่ปรากฏหน้าจอภาพตามแนวตั้งให้ไปอยู่ในแนวนอน แล้วต่อหัวชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวนอน (Horizontal yoke) ที่ถูกตัดออกเพื่อนำไปใช้งานเป็นช่องป้อนสัญญาณเข้าไปยังจอภาพต่อไป



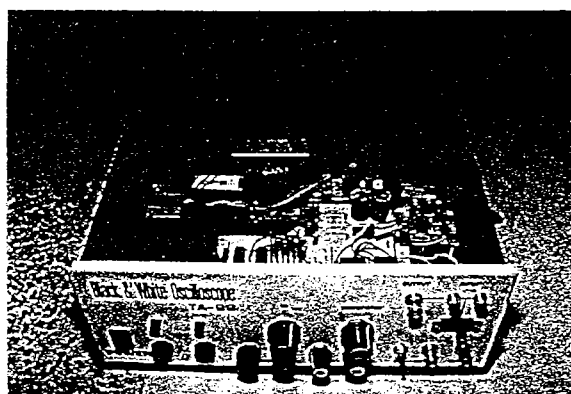
ภาพประกอบ 17 ชุดวงจรแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(โทรทัศน์ขาวดำ)

หลักการทำงาน

ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าหรือจอภาพ ได้จากการนำจอภาพของโทรทัศน์ขาวดำทั่วไปมาใช้งานเสมือนจอภาพของออสซิลโลสโคป โดยวิธีการตัดสายนำเข้าสู่สัญญาณของชุดชุดลดสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ควบคุมการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนในแนวนอน (Horizontal yoke) ออก ซึ่งจะเป็นผลทำให้การเบี่ยงเบนตามแนวนอนหายไปเหลือเพียงเส้นแสงสว่างของลำอิเล็กตรอนตามแนวตั้ง (Vertical yoke) เท่านั้น จากนั้นทำการหมุนปรับมุมชุดชุดลดที่ควบคุมการเบี่ยงเบนแนวตั้งให้เส้นแสงสว่างที่ปรากฏหน้าจอมาอยู่ในแนวนอน เมื่อนำสัญญาณทางไฟฟ้าในลักษณะต่างๆ ป้อนเข้าสู่ชุดชุดลดที่ควบคุมการเบี่ยงเบนตามแนวนอนที่ตัดออกก็จะทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของสัญญาณนั้นเกิดขึ้นตามแนวนอนเป็นรูปสัญญาณตามที่ป้อนเข้าไป เช่น สัญญาณรูปขายนีร์รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง กระแสสลับ และสัญญาณคลื่นเสียงจากเครื่องขยายเสียง เป็นต้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้านี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่ถูกส่งมาจากชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าและชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าหรือสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าจากภายนอกอื่นๆ เพื่อเปลี่ยนสัญญาณคลื่นไฟฟ้าให้เป็นภาพปรากฏสู่จอภาพของโทรทัศน์ขาวดำ

5. การทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ประกอบวงจรเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเบื้องต้นด้วยตนเอง โดยการเปิดเครื่องให้วงจรทำงานวันละ 5 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 10 วัน หรือ 50 ชั่วโมง ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินคุณภาพต่อไป

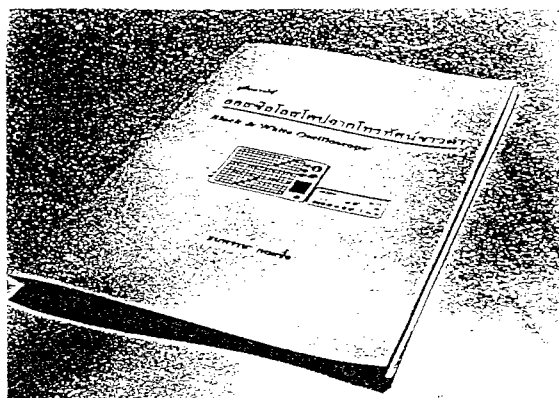


ภาพประกอบ 18 ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ประกอบเสร็จแล้ว

6. การสร้างคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 6.1 ศึกษาหลักการเขียนและองค์ประกอบรายละเอียดของคู่มือการใช้เครื่องมือจากอีสท์แมน โกดัก (Eastman. : 1977)
- 6.2 ศึกษาหลักการใช้งานมัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคปของพันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์ (2537) เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
- 6.3 ดำเนินการเขียนคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
- 6.4 นำคู่มือฉบับร่างไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ออสซิลโลสโคป ตรวจสอบแก้ไข
- 6.5 นำคู่มือใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ ไปใช้ต่อไป



ภาพประกอบ 19 ลักษณะของคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

การประเมินคุณภาพออกสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

การประเมินคุณภาพของออกสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้น การดำเนินการในขั้นตอนนี้มีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างแบบประเมิน ในการสร้างแบบประเมินผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของเครื่องมือ เอกสารในส่วนนี้ได้แก่ ประยูร เชี่ยววัฒนา (2537) และพันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2537)

1.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของเครื่องมือ งานวิจัยส่วนนี้ได้แก่ งานวิจัยของ กำธร หมวกกุล (2532) สกฤรัตน์ พ่วงเดช (2529) และสนอง ทองปาน (2537) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของออกสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

1.3 ร่างข้อกระทงของแบบประเมินคุณภาพโดยแยกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและด้านการส่งเสริมการเรียนรู้

1.4 นำแบบประเมินฉบับร่างไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและผู้ใช้ผลกาพิจารณา นี้ไปหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face validity) โดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องจากสูตร (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527: 89-91)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ผลของความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง แสดงได้
ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ของแบบประเมินคุณภาพด้านประสิทธิภาพ

ข้อที่	คุณลักษณะของเครื่องมือ	ดัชนีความ สอดคล้อง
	<u>ด้านประสิทธิภาพ</u>	
1	ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้วัสดุและอุปกรณ์ราคาถูก	1.00
2	การจัดสร้างเครื่องมือสามารถกระทำได้โดยให้บุคลากรที่มีอยู่ในระดับโรงเรียน มัธยมศึกษาทั่วไป	0.80
3	วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ประกอบเป็นเครื่องมือสามารถจัดหาได้ง่าย ในทุกท้องถิ่น	0.80
4	สัญญาณไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานต่างๆ ของเครื่องมือมีประโยชน์ ทำให้การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น	1.00
5	สัญญาณที่แสดงผลบนหน้าจอภาพมีความคมชัดและสื่อความหมายได้ชัดเจน	1.00
6	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	0.60
7	มีความคงทนถาวร ใช้สะดวกและปลอดภัย	0.80
8	การบำรุงรักษาเครื่องมือสามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ช่างเทคนิค เฉพาะทาง	0.60
9	คู่มือการใช้เครื่องมือให้รายละเอียดในการใช้เหมาะสมและชัดเจน	0.80

ตาราง 2 แสดงความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ของแบบประเมินคุณภาพด้านการส่งเสริมการเรียนรู้

ข้อที่	คุณลักษณะของเครื่องมือ	ดัชนีความ สอดคล้อง
	<u>ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้</u>	
1	พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1.00
2	นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิผล	0.80
3	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน	1.00
4	ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือมีขั้นตอนเดียวกันกับการใช้ออสซิลโลสโคป มาตรฐาน	0.80
5	ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของออสซิลโลสโคป มาตรฐาน	1.00

1.5 นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการศึกษา
จำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปที่สร้างขึ้นจากโทรทัศน์ขาวดำ การ
ประเมินส่วนนี้ให้ผู้ประเมินโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของลิเคอร์ท (Likert)
5 ระดับ โดยมีความหมายดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความให้คะแนน 5

เห็นด้วยมากกับข้อความให้คะแนน 4

เห็นด้วยกับข้อความให้คะแนน 3

ไม่เห็นด้วยกับข้อความให้คะแนน 2

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับข้อความให้คะแนน 1

1.6 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และ
ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.7 พิจารณาผลการประเมินเป็นรายการข้อกระทงว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่ โดยใช้
ค่าเฉลี่ย 3.50 (เทียบเป็นร้อยละ 70) เป็นเกณฑ์ตัดสิน

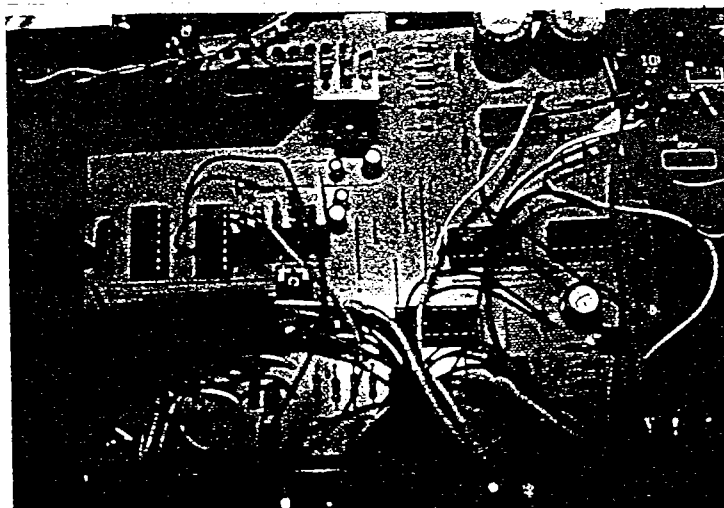
บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน ตอนที่ 1 การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำและคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ ส่วนตอนที่ 2 การประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ แต่ละตอนปรากฏผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

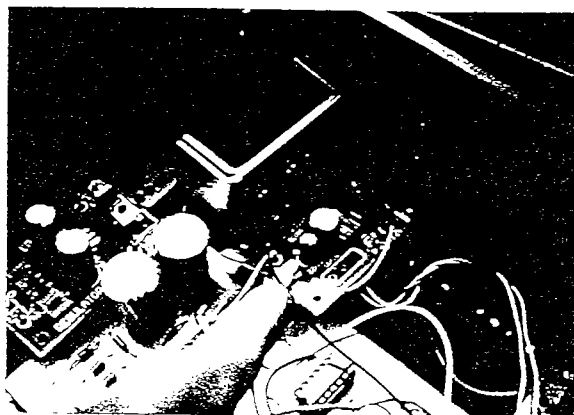
ออสซิลโลสโคปที่สร้างขึ้นจากโทรทัศน์ขาวดำมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

- 1) ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า
- 2) ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า และ
- 3) ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า (โทรทัศน์ขาวดำ) แต่ละชุดมีส่วนประกอบดังแสดงในรูปดังนี้



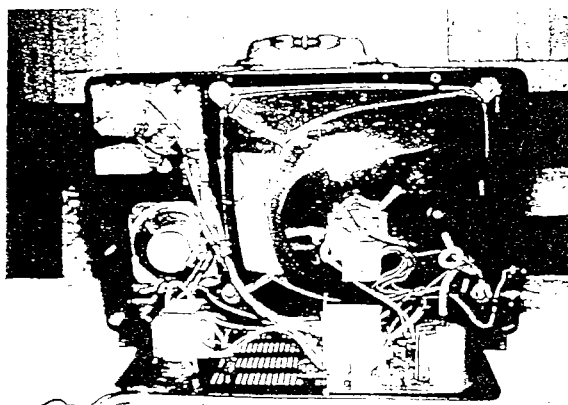
ภาพประกอบ 20 แสดงส่วนประกอบชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าตามภาพประกอบ 20 จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณความถี่ โดยมี ไอซี หมายเลข XR-2206 เป็นหัวใจในการกำเนิดความถี่ สามารถสร้างรูปคลื่นทางไฟฟ้าได้ 3 แบบคือ รูปคลื่นซายน์ สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม โดยกำเนิดความถี่ได้ตั้งแต่ 10 Hz – 150 kHz



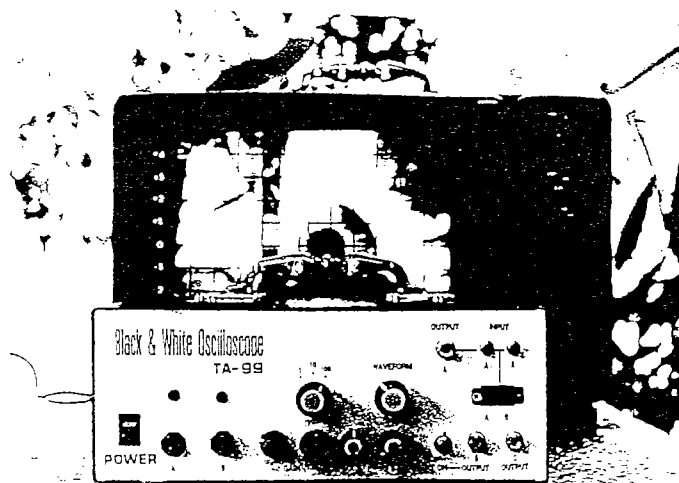
ภาพประกอบ 21 แสดงส่วนประกอบชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าตามรูปที่ 21 เป็นชุดขยายเสียง ขนาด 10 วัตต์ โดยมี ไอซี หมายเลข TDA 2003 เป็นหัวใจในการทำงาน ทำหน้าที่เป็นชุดขยายสัญญาณความถี่คลื่นที่ถูกส่งมาจากชุดผลิตความถี่คลื่นไฟฟ้าเพื่อส่งไปยังจอภาพ



ภาพประกอบ 22 แสดงส่วนประกอบชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(โทรทัศน์ขาวดำ)

ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าหรือโทรทัศน์ขาวดำ ตามภาพประกอบ 22 จะทำหน้าที่รับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าที่ถูกส่งมาจากชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าและชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า หรือสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าจากภายนอกอื่นๆ เพื่อเปลี่ยนสัญญาณคลื่นไฟฟ้าให้เป็นภาพรูปคลื่นปรากฏสู่จอภาพของโทรทัศน์ขาวดำ



ภาพประกอบ 23 รูปร่างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ผลการทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

จากการทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ผลดังต่อไปนี้

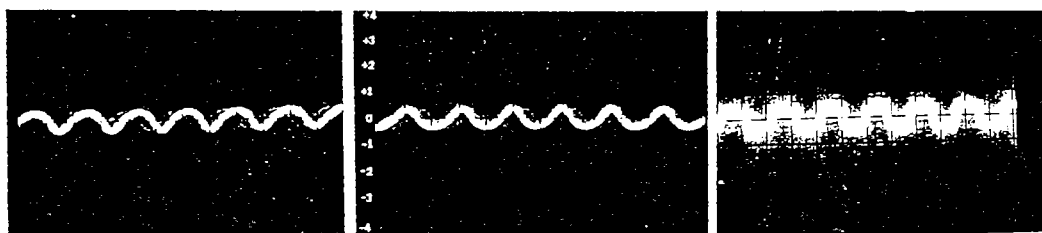


ภาพประกอบ 24 แสดงการทำงานของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำเมื่อจ่ายกระแสไฟเข้า

เมื่อจ่ายกระแสไฟเข้าเครื่อง ผลปรากฏว่า

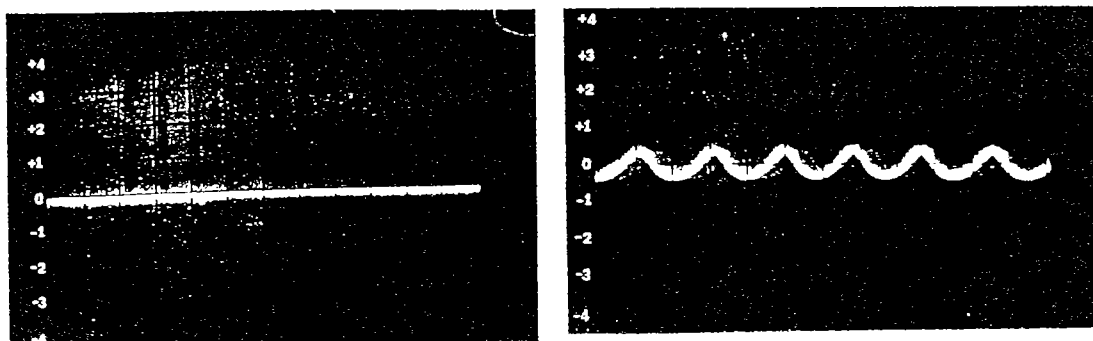
1.1 หลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องในชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าและชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าติดสว่างทุกดวง แสดงว่าการทำงานของวงจรปกติดังรูปที่ 24

1.2 ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า (โทรทัศน์ขาวดำ) จอภาพมีเส้นสัญญาณไฟฟ้าปรากฏขึ้นกลางจอตามแนวนอน แสดงว่าการทำงานของวงจรปกติ ภาพประกอบ 24



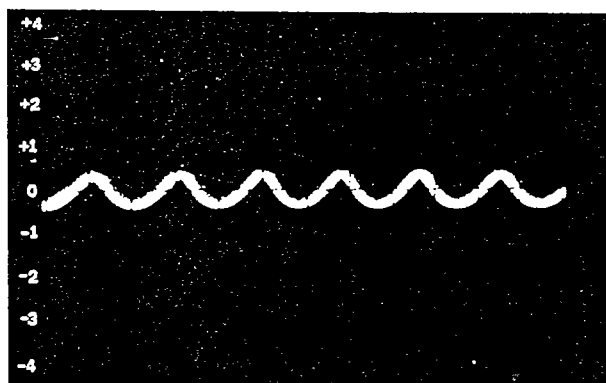
ภาพประกอบ 25 แสดงรูปสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าแบบต่างๆ

1.3 เมื่อเลือกใช้ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า สามารถเลือกรูปคลื่นของสัญญาณไฟฟ้าแบบต่างๆ ได้ ได้แก่ รูปคลื่นซายน์ สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม แสดงว่าชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าสร้างรูปคลื่นไฟฟ้าได้จริง ดังภาพประกอบ 25



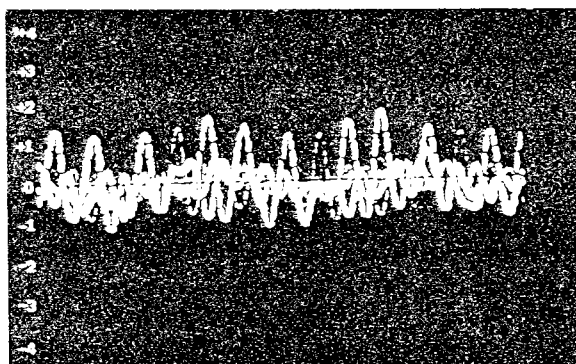
ภาพประกอบ 26 แสดงการเปรียบเทียบเมื่อใช้และไม่ใช้ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

1.4 เมื่อเปิดสวิตช์จ่ายกระแสไฟเข้าชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว จะไม่ปรากฏรูปสัญญาณใดๆ ที่จอภาพ แต่เมื่อเปิดสวิตช์จ่ายกระแสไฟเข้าชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าร่วมด้วย จากนั้นปรับเพิ่มแรงดันไฟฟ้าของภาคขยายสัญญาณจะปรากฏรูปสัญญาณที่เลือกไว้อย่างชัดเจนและสามารถเพิ่มและลดขนาดของสัญญาณ (Amplitude) ได้ด้วย แสดงว่า ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าสามารถขยายสัญญาณทางไฟฟ้าได้จริง ดังภาพประกอบ 26



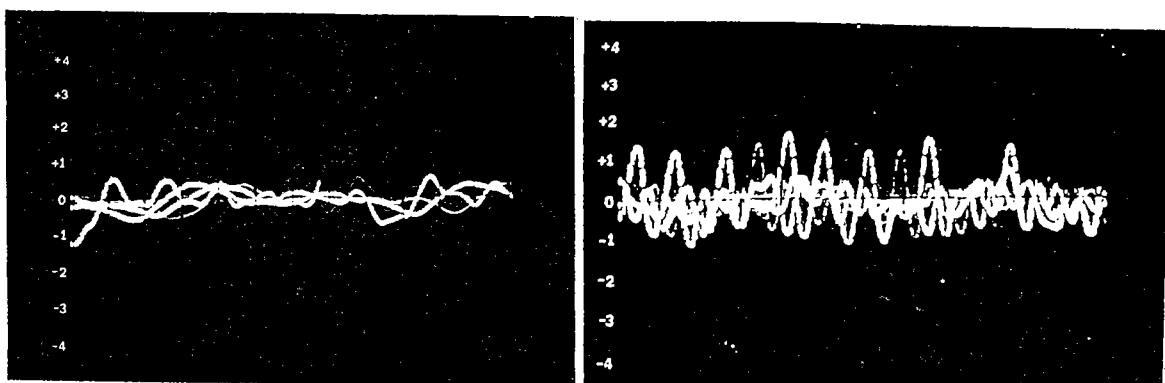
ภาพประกอบ 27 แสดงรูปสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าที่ปรากฏบนจอภาพโทรทัศน์ขาวดำ

1.5 เมื่อเปิดสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับจอภาพของโทรทัศน์ขาวดำที่ทำหน้าที่เป็น ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าแล้วป้อนสัญญาณทางไฟฟ้าใดๆ ไปยังจอภาพสัญญาณทางไฟฟ้านั้นจะปรากฏขึ้น แสดงว่าชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(โทรทัศน์ขาวดำ)สามารถแสดงสัญญาณทางไฟฟ้าที่สามารถมองเห็นได้จริง ดังภาพประกอบ 27



ภาพประกอบ 28 แสดงรูปลักษณะของความถี่คลื่นเสียง

1.6 เมื่อนำสัญญาณทางไฟฟ้าอื่นๆ ป้อนเข้าเครื่องออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ สามารถแสดงลักษณะของคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้านั้นได้ เช่น คลื่นเสียง กระแสตรง กระแสสลับ เป็นต้น แสดงว่าออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำสามารถรับสัญญาณทางไฟฟ้าจากภายนอกมาแสดงผลที่จอภาพของเครื่องได้ ดังภาพประกอบ 28



ภาพประกอบ 29 แสดงการเปรียบเทียบรูปสัญญาณคลื่นเสียงที่ความถี่ต่างกัน

1.7 เมื่อบ้อนสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าจาก 2 แหล่งที่มา ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำสามารถแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของสัญญาณทางไฟฟ้าจากทั้ง 2 แหล่งที่มาให้เห็นได้ด้วย ทั้งในกรณีใช้จอภาพเดี่ยวและใช้ 2 จอภาพ ดังภาพประกอบ 29

ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

การประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน
ปรากฏผลการประเมินด้านประสิทธิภาพและด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ดังแสดงจากตาราง 4
และ 5 ตามลำดับดังนี้

ตาราง 3 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านประสิทธิภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ข้อที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					X	S.D.	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
	<u>ด้านประสิทธิภาพ</u>								
1	ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้วัสดุและอุปกรณ์ราคาถูก	5	4	4	5	4	4.40	0.49	ดีมาก
2	การจัดสร้างเครื่องมือสามารถกระทำได้โดยใช้บุคลากรที่มีอยู่ในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป	3	4	4	3	4	3.60	0.49	ดี
3	วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ประกอบเป็นเครื่องมือสามารถจัดหาได้ง่ายในทุกท้องถิ่น	4	4	4	3	4	3.80	0.40	ดี
4	สัญญาณไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานต่างๆของเครื่องมือมีประโยชน์ทำให้การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น	4	4	3	4	4	3.80	0.40	ดี
5	สัญญาณที่แสดงผลบนหน้าจอภาพมีความคมชัดและสื่อความหมายได้ชัดเจน	4	4	4	3	4	3.80	0.40	ดี
6	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เพียงตรง เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	5	4	3	4	4.00	0.63	ดี
7	มีความคงทนถาวร ใช้สะดวก และปลอดภัย	4	4	5	4	4	4.20	0.40	ดีมาก
8	การบำรุงรักษาเครื่องมือสามารถทำได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องใช้ช่างเทคนิคเฉพาะทาง	3	4	4	4	4	3.80	0.40	ดี
9	คู่มือการให้เครื่องมือให้รายละเอียดในการใช้เหมาะสมและชัดเจน	4	4	4	4	4	4.00	0.00	ดี
	เฉลี่ย						3.93	0.40	ดี

จากตาราง 3 สรุปได้ว่า ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำมีคุณภาพด้านประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (คือมีค่าเฉลี่ย 3.93) ทั้งนี้ข้อรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 2 ข้อรายการ ข้อรายการ

แรกได้แก่ ข้อรายการที่ 1 ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้วัสดุและอุปกรณ์ราคาถูก (มีค่าเฉลี่ย 4.40) และข้อรายการที่ 7 มีความคงทนถาวร ใช้สะดวกและปลอดภัย(มีค่าเฉลี่ย 4.20) ส่วนข้อรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดได้แก่ ข้อรายการที่ 2 การจัดสร้างเครื่องมือสามารถกระทำได้โดยใช้บุคลากรที่มีอยู่ในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป(มีค่าเฉลี่ย 3.60) จากผลการประเมินนี้มีความหมายโดยภาพรวมว่า ควรต้องปรับปรุงออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำให้มีคุณลักษณะสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไปอีกด้วยโดยคุณภาพที่ควรปรับปรุงมากที่สุดคือ คุณลักษณะตามข้อที่ 2 การจัดสร้างเครื่องมือสามารถกระทำได้โดยใช้บุคลากรที่มีอยู่ในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป

ตาราง 4 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ข้อที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					X	S.D.	สรุปผล
		1	2	3	4	5			
1	พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	5	4	4	3	4.00	0.63	ดี
2	นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ	3	4	4	4	4	3.80	0.40	ดี
3	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เพียงตรง เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	4	4	4	4	4.00	0.00	ดี
4	ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือมีขั้นตอนเดียวกับการใช้ออสซิลโลสโคป	4	4	5	4	4	4.20	0.40	ดีมาก
5	ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของออสซิลโลสโคป	4	4	4	3	4	3.80	0.40	ดี
เฉลี่ย							3.96	0.37	ดี

จากตาราง 4 สรุปได้ว่า ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านการส่งเสริมการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ดี (คือมีค่าเฉลี่ย 3.96) ทั้งนี้ข้อรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1 ข้อรายการ ได้แก่ ข้อรายการที่ 4 ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือมีขั้นตอนเดียวกับการใช้

ออสซิลโลสโคป(มีค่าเฉลี่ย 4.20) และข้อรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ข้อรายการที่ 2 การนำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิผล และข้อรายการที่ 5 การส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของออสซิลโลสโคป (มีค่าเฉลี่ย 3.80) จากผลการประเมินนี้มีความหมายโดยภาพรวมว่า ควรต้องปรับปรุงออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำให้มีคุณลักษณะสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไปอีกด้วยโดยคุณภาพที่ควรปรับปรุงมากที่สุดคือคุณลักษณะตามข้อรายการที่ 2 การนำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อสรุป หรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิผล และข้อรายการที่ 5 การส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของออสซิลโลสโคป

ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้นจึงประมาณในการสร้างดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงรายละเอียดงบประมาณในการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ลำดับ	รายการ	ราคาโดยประมาณ(บาท)
1	ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า	1,000
2	ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า	300
3	ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(โทรทัศน์ขาวดำ)	500
4	กล่องโลหะ	400
5	อุปกรณ์เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ	300
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด		2,500

ราคาดังกล่าวนี้นี้เมื่อเทียบกับออสซิลโลสโคปที่วางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ซึ่งมีราคาประมาณ 15,000-30,000 บาท คิดเทียบได้เป็นเพียงร้อยละ 17 ซึ่งนับว่ามีราคาถูกมาก และอยู่ในวิสัยที่โรงเรียนจะสามารถหางบประมาณหรือแหล่งเงินมาจัดสร้างเพื่อใช้ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะได้สรุปสาระสำคัญของความมุ่งหมายของการวิจัย วิธีดำเนินการ ผลการวิจัยรวมทั้งการอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ เพื่อใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สมมติฐานของการวิจัย

1. ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้น สามารถใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้
2. ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่สร้างขึ้น มีระดับคุณภาพด้านประสิทธิภาพ และด้านส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในเกณฑ์ดี (มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปจาก 5.00)

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการตามขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ 2) การประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 5 ท่าน แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนย่อยดังนี้
 - 1.1 การกำหนดวัสดุอุปกรณ์การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์โดยคำนึงถึงคุณสมบัติต่อไปนี้ มีคุณภาพดี แข็งแรงทนทาน หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และความเหมาะสมของวัสดุเป็นสำคัญโดยได้ปรึกษาคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 การออกแบบและสร้างวงจรของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำเอาหลักการของออสซิลโลสโคปมาตรฐานมาเป็นต้นแบบในการสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำให้มีประสิทธิภาพในการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งในการออกแบบชุดวงจรของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำมีองค์ประกอบดังนี้คือ

1) ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า 2) ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า และ 3) ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

1.3 การสร้างผังวงจรของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

เมื่อได้ออกแบบชุดวงจรออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำแล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบไว้มาประกอบเป็นผังวงจรรวม โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1.3.1 เขียนผังวงจรรวมของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

1.3.2 กำหนดตำแหน่งและสัญลักษณ์กำกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เพื่อความสะดวกในการอ่านผังวงจร การตรวจสอบการทำงานของวงจร และการประกอบวงจร

1.3.3 นำผังวงจรรวมไปเป็นต้นแบบในการจัดสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำต่อไป

1.4 การสร้างชุดวงจรออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

เมื่อออกแบบผังวงจรเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์มาติดตั้งลงบนแผงวงจร โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.4.1 ชุดวงจรผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

นำชุดวงจรผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าตามแนวโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ของไพसान ปราณิตพลกรัง (2521 : 74) ที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ลงบนแผงวงจร

1.4.2 ชุดวงจรขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

นำชุดวงจรขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าของ อี พี เอส รุ่น EPS - 307 ขนาดกำลังขยาย 10 วัตต์ ที่ผู้วิจัยนำมาประกอบติดตั้งลงบนแผงวงจร

1.4.3 ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

นำโทรทัศน์ขาวดำใช้แล้วยี่ห้อ Razor รุ่น RZ-1479 ขนาดจอภาพ 14 นิ้ว มาตัดสายสัญญาณเข้าชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวนอน (Horizontal yoke) ออกเหลือไว้เพียงชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง (Vertical yoke) ที่ยังทำงานอยู่ จากนั้นทำการปรับมุมชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง (Vertical yoke) ให้เส้นสัญญาณที่ปรากฏหน้าจอภาพตามแนวตั้งให้ไปอยู่ในแนวนอน แล้วต่อหัวชุดหลอดเบี่ยงเบนทางแนวนอน (Horizontal yoke) ที่ถูกตัดออกเพื่อนำไปใช้งานเป็นช่องป้อนสัญญาณเข้าไปยังจอภาพต่อไป

1.5 การทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ประกอบวงจรเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเบื้องต้นด้วยตนเอง โดยการเปิดเครื่องให้วงจรทำงานวันละ 5 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 10 วัน หรือ 50 ชั่วโมง ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินคุณภาพต่อไป

1.6 การสร้างคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.6.1 ศึกษาหลักการเขียนและองค์ประกอบรายละเอียดของคู่มือการใช้เครื่องมือจาก อีสท์แมน โกดัก (Eastman. : 1977)

1.6.2 ศึกษาหลักการใช้งานมัลติมิเตอร์และออสซิลโลสโคปของพันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2537) เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ ดำเนินการเขียนคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

1.6.3 นำคู่มือฉบับร่างไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ออสซิลโลสโคป ตรวจสอบแก้ไข

1.6.4 นำคู่มือการใช้ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ ไปใช้ต่อไป

2. การประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้นำออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปประเมินคุณภาพ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือ และด้านส่งเสริมการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ และผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยีทางการศึกษา จากแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ในการสร้างแบบประเมินผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของเครื่องมือ เอกสารในส่วนนี้ได้แก่ ประยูร เขียววัฒนา (2537) และพันธุศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ (2537) และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของเครื่องมือ งานวิจัยส่วนนี้ได้แก่ งานวิจัยของ กำธร หมวกกุล (2532) สกฤตพันธ์ พ่วงเดช (2529) และสนอง ทองปาน (2537) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ แบบประเมินที่สร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับตามวิธีของลิเคอร์ทโดยมีความหมายดังนี้ เห็นด้วยอย่างยิ่ง , เห็นด้วยมาก , เห็นด้วย , ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง มีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ซึ่งในการประเมินครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพ 2 ด้าน คือ 1) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือ 2) ด้านส่งเสริม

การเรียนรู้แบบประเมินดังกล่าวนี้ได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จากสถาบันอาชีวศึกษาและอุดมศึกษาแล้วก่อนนำไปใช้จริง

ผลการวิจัย

1. ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้น สร้างขึ้นจากโทรทัศน์ขาวดำใช้แล้ว ยี่ห้อ Razor รุ่น RZ-1479 ขนาด 14 นิ้ว
2. ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 3 ชุด ได้แก่ ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า และชุดแสดงผลสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ความสามารถในการเชิงประสิทธิภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำมีดังนี้
 - 2.1 แสดงรูปคลื่นขายนัย สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยมได้
 - 2.2 ปรับขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้าได้
 - 2.3 บอกลักษณะของกระแสตรง กระแสสลับได้
 - 2.4 แสดงและเปรียบเทียบลักษณะของคลื่นเสียงได้
 - 2.5 นำสัญญาณคลื่นขายนัย สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยมจากเครื่องไปใช้กับออสซิลโลสโคปมาตรฐานได้
 - 2.6 สามารถใช้กับกระแสไฟ 12V.DC ได้
3. อุปกรณ์ที่นำมาพัฒนาออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำสามารถหาซื้อได้ง่ายภายในประเทศ และมีราคาถูก งบประมาณในการจัดสร้างครั้งนี้ประมาณ 2,500 บาท จึงคิดเป็นร้อยละ 17 ของราคาออสซิลโลสโคปมาตรฐานที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด
4. ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณลักษณะด้านประสิทธิภาพและด้านการส่งเสริมการเรียนรู้อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป) ทั้ง 2 ด้าน

การอภิปรายผลการวิจัย

ในการอภิปรายผลจะเสนอโดยลำดับของผลการวิจัยดังนี้

1. คุณลักษณะของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำด้านประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยพบว่า ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ มีคุณลักษณะด้านประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป) คือมีค่าเฉลี่ยด้านประสิทธิภาพเท่ากับ 3.93 ซึ่งแสดงว่า ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานี้มีคุณภาพด้านประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ทดแทนออสซิลโลสโคปมาตรฐาน เพื่อใช้ประกอบ

การสอนในวิชาวิทยาศาสตร์หรือวิชาที่เกี่ยวข้องในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ด้วยเหตุผลที่ว่า โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์และหลักการทำงานของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำมีความ คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะโครงสร้างและการทำงานของจอภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ ขาวดำและออสซิลโลสโคปมาตรฐานซึ่งได้กล่าวไว้แล้ว แต่ข้อแตกต่างก็คือออสซิลโลสโคปจาก โทรทัศน์ขาวดำมีราคาประหยัดกว่าก็ เนื่องจากใช้อุปกรณ์ราคาถูกลงและส่วนประกอบบางอย่างก็ เป็นของใช้แล้ว เช่น โทรทัศน์ขาวดำ เป็นต้นทำให้เราสามารถเลือกได้ว่าจะนำอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ ประเทภใดมาใช้ได้บ้าง จะเพิ่มเติมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอะไรบ้างที่สามารถทำได้ นอกจาก นี้ยังจัดสร้างขึ้นใช้เองโดยใช้บุคลากรที่มีอยู่ในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป วัสดุอุปกรณ์ที่นำ มาใช้ประกอบเป็นเครื่องมือสามารถจัดหาได้ง่ายในทุกท้องถิ่น จอภาพจะเป็นจอภาพของโทรทัศน์ ขาวดำขนาด 14 นิ้ว จึงทำให้สัญญาณที่แสดงผลบนหน้าจอภาพมีความคมชัดและสื่อความหมาย ได้ชัด เจนกว่า และยังสามารทำให้ผลการทดลองเกี่ยวกับสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าที่ถูกต้อง เทียงตรง เหมาะสมกับเนื้อหาและระดับของผู้เรียนเหมือนออสซิลโลสโคปมาตรฐาน มีความคงทนถาวรใช้ ได้สะดวกและปลอดภัย อีกทั้งการบำรุงรักษาเครื่องมือก็สามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ ช่างเทคนิคเฉพาะทาง และนอกจากนั้นยังมีคู่มือการใช้เครื่องมือที่ให้รายละเอียดในการใช้เหมาะสม ชัดเจนอ่านเข้าใจง่ายและปฏิบัติตามขั้นตอนได้โดยไม่ยุ่งยาก ข้อจำกัดประการหนึ่งของออสซิลโลสโคป จากโทรทัศน์ขาวดำเมื่อเปรียบเทียบกับออสซิลโลสโคปมาตรฐานก็คือ ไม่สามารถจะทำหน้าที่เป็น เครื่องวัดทางไฟฟ้าได้ชัดเจนและถูกต้องเหมือนกับออสซิลโลสโคปมาตรฐานได้เท่า นั้น แต่ถ้ามอง ในแง่มุมมองของการทำหน้าที่เป็นสื่อการสอนแล้วจะมีความได้เปรียบหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นขนาด ของจอภาพ ราคา การจัดสร้าง และการบำรุงรักษา เป็นต้น ดังนั้นออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ ขาวดำที่พัฒนาขึ้นนี้จึงมีคุณค่าในด้านการทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ทดแทน ซึ่งเป็นไปตามแนวความ คิดของชาร์มา (Sharma, 1982 : 261)

2. คุณลักษณะด้านการส่งเสริมการเรียนรู้

ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้นมีคุณลักษณะด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในเกณฑ์ดี (มีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป) คือมีค่าเฉลี่ยด้านด้านการส่งเสริมการเรียนรู้เท่ากับ 3.96 ซึ่ง น่าจะแสดงว่าออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความสามารถในการพัฒนา ผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุปหรือหลักการได้ง่ายและมีประสิทธิภาพให้ผลการทดลองที่ถูกต้องเที่ยงตรงเหมาะสมกับ ระดับของผู้เรียน มีขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือมีขั้นตอนเดียวกันกับการใช้ออสซิลโลสโคป และ ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานเบื้องต้นของออสซิลโลสโคป ทำหน้าที่

เป็นสื่อการสอนที่มีคุณภาพเพียงพอที่แบบเชลเดอร์ (Batchelder. 1956 : 33) ได้กล่าวไว้ว่า ไม่มีอุปกรณ์การสอนชนิดใดที่มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง เฉพาะตัวอุปกรณ์เพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถก่อให้เกิดสภาวะทางการศึกษาที่สำเร็จลุล่วงได้อย่างเต็มที่ ถ้าอุปกรณ์การสอนเหล่านี้ได้รับการเลือกสรรอย่างดีมีหลักเกณฑ์ได้รับการประเมินอย่างเหมาะสม ตลอดจนได้รับการใช้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ก็สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นแม้ว่า รูปแบบของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้น จะแตกต่างไปจากออสซิลโลสโคปมาตรฐาน แต่ก็สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ โดยไม่แตกต่างจากออสซิลโลสโคปมาตรฐาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรนำออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ไปเป็นต้นแบบในการผลิตใช้ในโรงเรียนได้เนื่องจาก ประหยัดค่าใช้จ่าย ใช้วัสดุและอุปกรณ์ราคาถูกและสามารถจัดหาได้ง่าย มีความคงทนถาวร ใช้สะดวกและปลอดภัย การสร้างก็ไม่ยุ่งยากมากนัก นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ทดแทนออสซิลโลสโคปมาตรฐาน ซึ่งมีราคาแพง เพื่อใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าประกอบการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

1.2 ควรมีการฝึกอบรมการใช้ออสซิลโลสโคปที่พัฒนาจากโทรทัศน์ขาวดำนี้กับครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยมีการจัดทำสื่อเพื่อใช้ในการอบรมอย่างเหมาะสม อาทิเช่น แผ่นภาพโปร่งใส บทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

1.3 ควรส่งเสริมให้ครูวิทยาศาสตร์ได้สร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำนี้ขึ้นใช้เป็นอุปกรณ์การสอนในโรงเรียน โดยความร่วมมือกันระหว่างครูวิทยาศาสตร์กับครูอุตสาหกรรมศิลป์ที่มีความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์

1.4 โรงเรียนควรประสานงานกับสถาบันอาชีวศึกษาหรือสถาบันที่เกี่ยวข้องทางด้านช่างเทคนิคทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อดำเนินการผลิตออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำมาใช้ในโรงเรียน และเผยแพร่การใช้ออกไปอย่างกว้างขวาง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

ควรจะได้มีการพัฒนาออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ได้จากการวิจัยนี้ต่อไป
ดังนี้

2.1 เพิ่มวงจรคำนวณจำนวนความถี่ของคลื่น ที่แสดงหน้าจอภาพ ที่สามารถบอกค่าความถี่ออกมาเป็นตัวเลขดิจิทัลได้

2.2 ควรวิจัยเพื่อนำจอภาพของคอมพิวเตอร์มาใช้งานแทนจอภาพโทรทัศน์ขาวดำ เนื่องจากจอภาพคอมพิวเตอร์รุ่นเก่า ๆ ถูกทิ้งอย่างไร้ค่าเป็นจำนวนมาก

2.3 ควรพัฒนารูปแบบของฮอสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำให้มีความกะทัดรัด และคล่องตัวในการใช้ด้วยการใส่วงจรการทำงานของเครื่องไว้ในชุดจอภาพ

2.4 ควรทำการทดลองกับครูผู้สอนในขอบเขตที่กว้างขวางยิ่งขึ้น

2.5 ควรนำไปทดลองสอนกับนักเรียน โดยมุ่งศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวข้อง เช่น ความรู้ความเข้าใจและการเกิดมโนทัศน์ตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : ครูสภา, 2533
- กำธร หมวกกุล. การสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพและการปรับปรุง
เครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่องเพื่อการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2532. อัดสำเนา.
- กิจจา ไหววิชัย. ปัญหาการสอนหลักสูตร สสวท. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของครู
โรงเรียนราษฎร์ในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. 2523. อัดสำเนา.
- กิตานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2531.
- โกศล เพ็ชรสุวรรณ. "เทคโนโลยีกับการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์", วารสารสสวท. 14(1) : 20 - 29 ;
ตุลาคม 2528 - มกราคม 2529.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540 - 2544).
2539
- คำรณ ศรีน้อย. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพแท่นถ่ายภาพยนตร์แบบการ์ตูน
วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2532.
อัดสำเนา.
- เจนวิทย์ ผาสุข. ปัญหาและความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
เขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521.
อัดสำเนา.
- เจริญ บุญญรัตน์. การทำและการใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น. เอกสารการ
อบรมสัมมนาผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนสาธิต. กรมการฝึกหัดครู กระทรวง
ศึกษาธิการ, 2511.
- ชูเกียรติ จันทธานี. ทฤษฎีตรวจซ่อมโทรทัศน์ขาวดำ. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือเทพนิมิต,
2533.

- ชูเกียรติ ชัยชนะดารา. "สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์" ในเอกสารการจัดอบรมสื่อการเรียนการสอน. หน้า 9. กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา จังหวัดนนทบุรี, 2532. อัดสำเนา
- ชูศรี วงศ์รัตน์. แบบแผนการทดลองและสถิติ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- โซ่ สาลี่จัน. การประดิษฐ์และการสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- ไชยยันต์ ศิริโชติ. เอกสารสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย "วิชาฟิสิกส์ ๖054" กรุงเทพฯ : อรุณสภา, 2536.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. การบริหารสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2526.
- ธงชัย ชิวปรีชา. ความรู้เกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์และการสร้างอุปกรณ์ทดแทน, ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่8-15 หน้า 17- 272. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526
- นิคม ทาแดง. เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษาที่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาสาส์ตร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2528. อัดสำเนา.
- นิพนธ์ สุขปรดี. นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : พิมพ์เศ, 2521.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- บุญยฤทธิ์ คงคาเพชร. การผลิตสื่อการสอน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, 2526.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. วิธีวิจัยทางการศึกษา กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พฤศจิกายน 2530.
- ประภาภรณ์ มูลแดง. เอกสารประกอบการสอน พฤติกรรมวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ม.ป.ป.
- ประมวล ศิริผั่นแก้ว และคนอื่น ๆ. การสร้างอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วัสดุในท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียง. รายงานผลการวิจัย ปีงบประมาณ 2522. ม.ป.ป.

ประยูร เทียววัฒนา. เครื่องวัดและและการวัดทางไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย,
สิงหาคม 2537.

เปรี๊ยะ กุมุท. การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2515.
พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. หลักการใช่มัลติมีเดียและออสซิลโลสโคป. กรุงเทพฯ :
ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2537.

ไพบูลย์ เจริญกุล. "งานประดิษฐ์และงานช่างกับการพัฒนาอาชีพ" ในเอกสารการสอนชุด
วิชา การสอนกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่ 13. พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี :
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2532

มนตรี คุ่มเกตุ. การประเมินความต้องการของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
เกี่ยวกับโทรทัศน์เพื่อการเรียนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ. ปรินูญานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

เย็น ภูววรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538.

เย็นใจ เลาหวนิช. "การวิจัย การพัฒนาและการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี,"
ใน จันทร์เกษม. ฉ 191 : 4-11 กรกฎาคม-สิงหาคม 2529.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พ.ศ. 2525. กรุงเทพฯ :
อักษรเจริญทัศน์, 2525

วาสนา ชาวหา. เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยี 330 การทำอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย.
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2524. อัดสำเนา.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. ภาควิชาการวัดผลและ
การวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2536.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. การประเมินคุณภาพการศึกษา โรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา
ปีการศึกษา 2531. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา, 2533.

สกลรัตน์ พ่วงเดช. ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพโดยการใช้อุปกรณ์ทดแทน
กับอุปกรณ์แบบของ สสวท. เรื่องโลกและดวงดาวกับนักเรียนระดับชั้นมัธยม
ศึกษาตอนปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป, 2520.

- สนอง ทองปาน. การศึกษาดผลการใช้เครื่องอัดขยายภาพขาวดำที่พัฒนาขึ้นในการสอน
อัดขยายภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- สมจิต สวธนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- สมนึก บุญใส. "การแก้ปัญหากับมโนคติในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์" วารสาร
สสวท. (73) : 19 ; มกราคม มีนาคม 2534.
- สมปัญญา ศรีภคณานนท์. การศึกษาศามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรม
สร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์
 ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2535 อัดสำเนา.
- สมหวัง คุรุรัตน์. การผลิตอุปกรณ์การสอนอย่างง่าย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยี
ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- สมาน ชาดิยานนท์. "การวิจัยกับการพัฒนาหลักสูตร," ใน วิจัยสนเทศ. ปีที่ 6. ฉบับที่ 64.
 กองการวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, มกราคม 2529
- สิริพร จันทวรรณ. ปัญหาและความต้องการสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพใน
โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 8. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัดสำเนา.
- เสาวณีย์ ศึกษบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2528.
- สุพจน์ ศุภกุล. เอกสารคำสอน กระบวนการวิชา 058420 การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
ระดับมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่, 2537
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, เขตการศึกษา 1. วารสารราชมนูครุฑวิทย์. ฉบับที่ 1.
 2535.
- อติพร ศรียมก, "สื่อการสอน 1" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการระบบการเรียนการสอนเล่มที่ 2
 หน้าที่ 61-141, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2523
- อัฑฒนรอต, ไมเคิล "การออกแบบอุปกรณ์" ข่าวสาร สสวท. 9(1) : 35; ตุลาคม-ธันวาคม 2523.

- Batchelder, Howard T. Audiovisual Material in Teaching Education. p. 33.
New York: McGraw – Hill, Book Co., 1956.
- Borg, Walter R.. Applying Educational Research. New York : Longman, 1981.
- Brown, James W. and others. A-V Instruction Technology Media and Method .
New York : McGraw-Hill Book Co., 1973.
- Clinton, Thomas Allen. "A Study of Problems Encountered by One Hundred
Graduates of East Texas State University and the Functional Relationship
between these Problems and the Teacher Education Program,"
Dissertation Abstracts. 27(12) : 1683 –A ; June, 1966.
- Dale, Edgar. Audio-Visual Method in teaching. New York : Dryden Press, 1969.
- Erickson, Carlton W.H. Administering Instructional Media Programmed. New York :
The Mcmillan Company, 1971.
- Garzon, Dionisio Padul. "An Analysis of the Problems of Teaching Elementary
Science in the Philippine Public School ,," Dissertation Abstracts
International. 25(2) : 1025; August, 1964.
- Hass, Kenneth B. and Harry Q. Packer. Preparation and use of Audio-visual Aids
New York :Prentice-Hall, Inc., 1955.
- Jerrold, E. Kemp and Deane K. Dayton. Planning and Producing Instructional Media.
New York : Harper & Row, Publishers, 1985.
- Morrish, Ivor. Aspects of Educational Change. London : George Allen & Unwin,
1978.
- Regional Seminar in Asia Report. "Choice and Evaluation of School Science
Equipment," School Science Equipment. Bangkok : The Unesco Regional
Office for Education in Asia, 16-19, December, 1972.
- Sethaputra, So. New Modern English, Thai Dictionary. Bangkok : Thaiwattanapanich,
2531.
- Sharma, R.C. Modern Science Teaching. 3 rd ed. Delhi : Neveen Shahdara,
D.R. Printing Service, 1982.

Spain, Catherine P. "A Servey of Science Education in Selected Secondary
Schools of Northern Nigeria," Science Education. 55(3) : 285-290; 1971.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันอาชีวศึกษา
และสถาบันอุดมศึกษา
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา

รายยชื่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
จากสถาบันอาชีวศึกษาและสถาบันอุดมศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันอาชีวศึกษาและสถาบันอุดมศึกษาที่ผู้วิจัยเชิญมาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจพิจารณาแบบประเมินคุณภาพด้านประสิทธิภาพ และด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) ของแบบประเมิน ก่อนนำไปใช้ในการวิจัยต่อไปประกอบด้วย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อภินันท์ มั่นยานนท์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ยืน ประเคน อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์บุญราย สทิวะวงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
4. อาจารย์ชิดเชื้อ กนกเพชรรัตน์ อาจารย์ประจำภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
5. อาจารย์บรรเทิง ศิลป์สกุลสุข อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สถาบันอาชีวศึกษาและมหาวิทยาลัย ที่ผู้วิจัยเชิญมาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำทางด้านประสิทธิภาพและด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นว่ามี เกณฑ์อยู่ในระดับใด ประกอบด้วย

1. อาจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษาและอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ ดร. ทวีพล จุฑะพล อาจารย์ประจำหมวดวิชาการงานพื้นฐานอาชีพ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร และอาจารย์พิเศษคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
3. อาจารย์ไพรัช เรืองกลิ่น หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
4. อาจารย์ไสว ช่างโชติ หัวหน้างานสารสนเทศ โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
5. อาจารย์จรรยาปกรณณ์ เนื่องฤทธิ หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดอยุธยา

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face validity) ของแบบประเมินคุณภาพ
ออกสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำด้านประสิทธิภาพและด้านการส่งเสริมการเรียนรู้
ของผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ตาราง 6 แสดงผลความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ด้านประสิทธิภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์
 ขาดค่าของผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ข้อ ที่	คุณลักษณะ	คนที่ 1			คนที่ 2			คนที่ 3			คนที่ 4			คนที่ 5			ดัชนี ความ สอดคล้อง
		+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	
1	ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้วัสดุ และอุปกรณ์ราคาถูก	/			/			/			/			/			1.00
2	การจัดสร้างเครื่องมือสามารถ กระทำได้โดยใช้บุคลากรที่มีอยู่ใน ระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป	/			/			/			/			/			0.80
3	วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ประกอบเป็น เครื่องมือสามารถจัดหาได้ง่ายในทุก ท้องถิ่น	/			/			/			/			/			0.80
4	สัญญาณไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุม การทำงานต่างๆ ของเครื่องมือมี ประโยชน์ทำให้การใช้งานสะดวก ยิ่งขึ้น	/			/			/			/			/			1.00
5	สัญญาณที่แสดงผลบนหน้าจอภาพ มีความคมชัดและสื่อความหมายได้ ชัดเจน	/			/			/			/			/			1.00
6	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน		/		/			/			/				/		0.60
7	มีความคงทนถาวร ใช้สะดวกและ ปลอดภัย	/			/			/			/			/			0.80
8	การบำรุงรักษาเครื่องมือสามารถทำ ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ช่าง เทคนิคเฉพาะทาง		/		/			/			/				/		0.60
9	คู่มือการใช้เครื่องมือให้รายละเอียด ในการใช้เหมาะสมและชัดเจน	/			/			/			/			/			0.80

ตาราง 7 แสดงผลความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ของออสซิลโลสโคปจาก
โทรศัพท์มือถือของผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ข้อที่	คุณลักษณะ	คนที่ 1			คนที่ 2			คนที่ 3			คนที่ 4			คนที่ 5			ดัชนี ความ สอดคล้อง
		+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	
1	พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และ กระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	/			/			/			/			/			1.00
2	นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อ สรุป หรือหลักการได้ง่ายและมี ประสิทธิภาพ	/			/			/			/			/			0.80
3	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน	/			/			/			/			/			1.00
4	ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือมี ขั้นตอนเดียวกันกับการใช้ ออสซิลโลสโคป	/			/			/			/			/			0.80
5	ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับ หลักการทำงานเบื้องต้นของ ออสซิลโลสโคป	/			/			/			/			/			1.00

หมายเหตุ +1 หมายถึง มีความเหมาะสม
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
-1 หมายถึง ไม่เหมาะสม

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงแบบประเมินคุณภาพของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำด้านประสิทธิภาพ และ
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา

ข้อที่	คุณลักษณะด้านประสิทธิภาพ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้วัสดุและอุปกรณ์ราคาถูก					
2	การจัดสร้างเครื่องมือสามารถทำได้โดยใช้นักลากรที่มีอยู่ในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไป					
3	วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ประกอบเป็นเครื่องมือสามารถจัดหาได้ง่ายในทุกท้องถิ่น					
4	สัญญาณไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานต่างๆ ของเครื่องมือมีประโยชน์ทำให้การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น					
5	สัญญาณที่แสดงผลบนหน้าจอภาพมีความคมชัดและสื่อความหมายได้ชัดเจน					
6	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เทียบตรงเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
7	มีความคงทนถาวร ใช้สะดวกและปลอดภัย					
8	การบำรุงรักษาเครื่องมือสามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ช่างเทคนิคเฉพาะทาง					
9	คู่มือการใช้เครื่องมือให้รายละเอียดในการใช้เหมาะสมและชัดเจน					

ตาราง 9 แบบประเมินคุณภาพด้านส่งเสริมการเรียนรู้ของออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา

ข้อที่	คุณลักษณะ ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และกระบวนการ การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
2	นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสรุป หรือ หลักการได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ					
3	ให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เทียบตรง เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
4	ขั้นตอนการใช้งานของเครื่องมือมีขั้นตอน เดียวกันกับการใช้ออสซิลโลสโคป					
5	ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการ ทำงานเบื้องต้นของออสซิลโลสโคป					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

แสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของ ออสซิลโลสโคปมาตรฐานกับออสซิลโลสโคปจาก
โทรทัศน์ขาวดำ

ตาราง 10 เปรียบเทียบคุณสมบัติของออสซิลโลสโคปยี่ห้อGOOD WILL รุ่น GOS-935 ที่มีใช้อยู่
ในโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วไปกับออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้น

ลำดับ ที่	ออสซิลโลสโคป	ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
1	จอภาพ มีขนาด 75 มิลลิเมตร	จอภาพ มีขนาด 14 นิ้ว (355.6 มิลลิเมตร)
2	จอภาพกับตัวเครื่องประกอบอยู่ในตัวเดียวกัน	จอภาพกับตัวเครื่องแยกจากกัน
3	ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(จอภาพ) ไม่สามารถนำกลับไปทำเป็นเครื่องรับโทรทัศน์ได้	ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(จอภาพ) สามารถนำกลับไปทำเป็นเครื่องรับโทรทัศน์ได้อีก
4	ไม่มีชุดผลิตรูปสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(Function Generator) ในตัว ต้องป้อนสัญญาณเข้าจากภายนอก	มีชุดผลิตรูปสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(Function Generator) ในตัว
5	ราคาโดยประมาณ 15,000 บาท	ราคาโดยประมาณ 2,500 บาท
6	ไม่สามารถสร้างขึ้นใช้เองได้	สามารถสร้างขึ้นใช้เองได้
7	ไม่สามารถใช้แบตเตอรี่ 12V.ได้	สามารถใช้แบตเตอรี่ 12V. ได้

ภาคผนวก จ

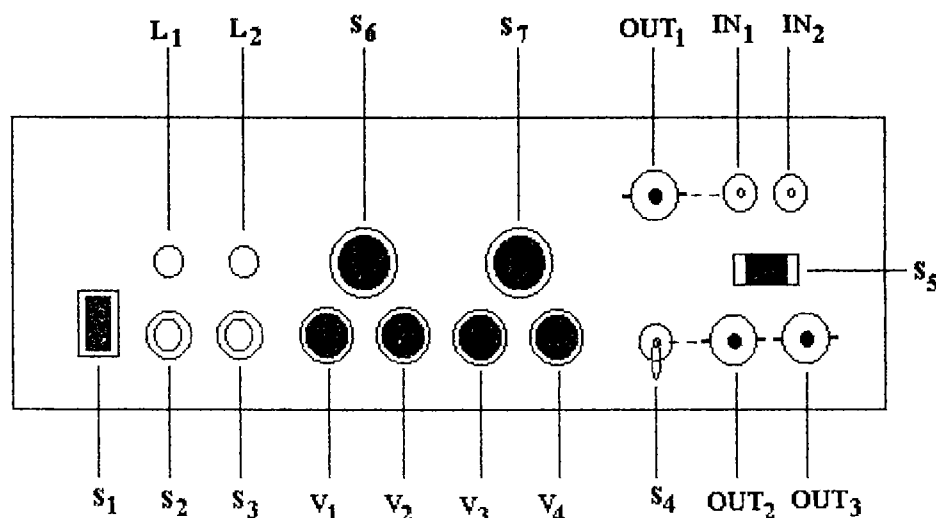
ขั้นตอนการเขียนคู่มือและคู่มือการใช้เอกสารโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

คู่มือการใช้ข้อสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

ขั้นตอนการเขียนคู่มือการใช้ข้อสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ

1. ศึกษาหลักการเขียนและองค์ประกอบรายละเอียดของคู่มือการใช้เครื่องมือจาก
อีสท์แมน โกดัก (Eastman : 1977)
2. ศึกษาหลักการใช้งานมัลติมิเตอร์และข้อสซิลโลสโคปของพันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์
(2537) เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนคู่มือการใช้ข้อสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
3. ดำเนินการเขียนคู่มือการใช้ข้อสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ
4. นำคู่มือฉบับร่างไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ข้อสซิลโลสโคป ตรวจสอบแก้ไข
5. นำคู่มือการใช้ข้อสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ ไปใช้ต่อไป

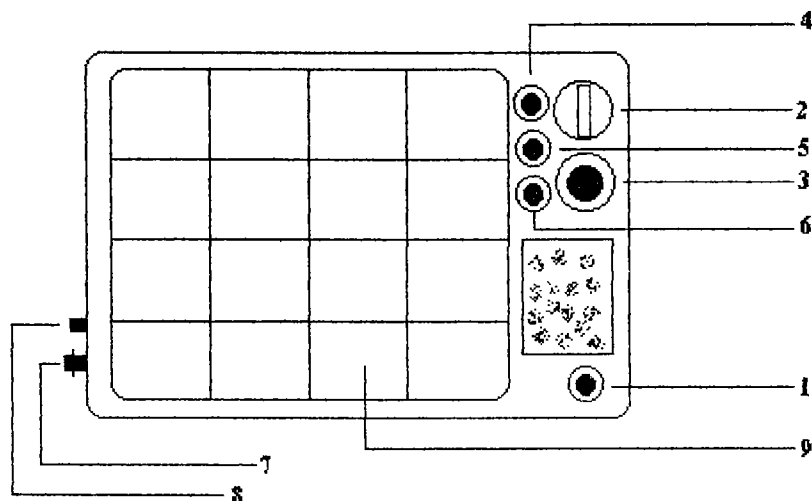
คู่มือการใช้ฮอสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ส่วนประกอบของตัวเครื่อง

- S1 หมายถึง สวิตช์ Power เป็นสวิตช์เปิด/ปิดเครื่องชนิดกด ถ้าอยู่ในสภาวะเปิดเครื่อง (ON) หลอดไฟจะติดสว่าง ขณะปิดเครื่อง (OFF) หลอดไฟจะดับ
- S2 หมายถึง สวิตช์ควบคุมกระแสเข้าสู่ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า เป็นสวิตช์เปิด/ปิดเครื่องชนิดกดถ้าอยู่ในสภาวะเปิดเครื่อง (ON) หลอดไฟจะติดสว่าง ขณะปิดเครื่อง (OFF) หลอดไฟจะดับ
- S3 หมายถึง สวิตช์ควบคุมกระแสเข้าสู่ชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า เป็นสวิตช์เปิด/ปิดเครื่องชนิดกดถ้าอยู่ในสภาวะเปิดเครื่อง (ON) หลอดไฟจะติดสว่าง ขณะปิดเครื่อง (OFF) หลอดไฟจะดับ
- S4 หมายถึง สวิตช์เลือกใช้สัญญาณชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เพื่อออกทาง OUTPUT-B เป็นสวิตช์ชนิดคันโยกเปิด/ปิด
- S5 หมายถึง สวิตช์เลือกใช้สัญญาณนำเข้าทางช่องอินพุต INPUT A และ B เป็นสวิตช์ชนิดเลื่อนซ้ายขวา 6 ขา เพื่อเลือกสัญญาณส่งต่อ
- S6 หมายถึง สวิตช์ซีเล็กเตอร์สวิตช์ชนิดบิดเลื่อน 3 ระดับ เพื่อเลือกความแรงของสัญญาณของชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้ามาใช้งาน $\times 1$ $\times 10$ และ $\times 100$

- S7 หมายถึง WAVEFORM เป็นซีเล็กเตอร์สวิตช์ชนิดบิดเลื่อน 3 ระดับ เพื่อเลือกใช้รูปสัญญาณคลื่นไซน์ สามเหลี่ยม และ สี่เหลี่ยมตามลำดับ จากชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า
- V1 หมายถึง GAIN - เป็นวอลลุ่มปรับหยาบของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า
- V2 หมายถึง GAIN + เป็นวอลลุ่มปรับละเอียดของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า
- V3 หมายถึง V_{p-p} A เป็นวอลลุ่มปรับแรงดันไฟฟ้า(VOLTS)เพื่อเพิ่มลดขนาดของคลื่น (Amplitude)
- V4 หมายถึง V_{p-p} B เป็นวอลลุ่มปรับแรงดันไฟฟ้า(VOLTS) แต่มีกำลังขยายของสัญญาณคลื่นจะมากกว่า V4
- IN1, IN2 หมายถึง INPUT-AและB ช่องนำเข้าสู่สัญญาณทางไฟฟ้าอื่น ๆ จากภายนอก ช่องที่ 1 (A) และช่องนำเข้าสู่สัญญาณทางไฟฟ้าอื่น ๆ จากภายนอก ช่องที่ 2(B) โดยเลือกใช้ช่อง (B) สัญญาณจาก S5
- OUT1 หมายถึง OUTPUT-A ช่องสัญญาณออกเฉพาะสัญญาณที่เข้าจาก INPUT-AและB เท่านั้น
- OUT2 หมายถึง OUTPUT-B ช่องสัญญาณออกของสัญญาณจากชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว
- OUT3 หมายถึง OUTPUT-C สัญญาณออกที่ผ่านชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าแล้วเท่านั้น



ส่วนประกอบของจอภาพ

หมายเลข 1 หมายถึง สวิตช์ เปิด/ปิด ON/OFF

หมายเลข 2 หมายถึง ซีเลกเตอร์สวิตช์ VHF

หมายเลข 3 หมายถึง ซีเลกเตอร์สวิตช์ UHF

หมายเลข 4 หมายถึง วอลลุ่มเสียง

หมายเลข 5 หมายถึง วอลลุ่มปรับ CONTRAST (ความคมชัด)

หมายเลข 6 หมายถึง วอลลุ่มปรับ BRIGHTNESS (ความมืดสว่าง)

หมายเลข 7 หมายถึง INPUT (สัญญาณนำเข้าจอภาพ)

หมายเลข 8 หมายถึง SP. หรือ SPEAKER (สัญญาณเสียงที่ออกมาจากภาครับของโทรทัศน์)

หมายเลข 9 หมายถึง จอภาพ

หลักการใช้งาน

1. การเปิด/ปิดเครื่อง

ทำได้โดยใช้สวิตช์ S1 ของตัวเครื่อง และสวิตช์หมายเลข 1 ของจอภาพ

2. การใช้สัญญาณจากชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าอย่างเดียวน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 เปิด S1 สังเกตแสงสว่างจากหลอดไฟ L1

2.2 ผลักสวิตช์ S4 ลงให้อยู่ในตำแหน่ง ON

2.3 ต่อสัญญาณเข้าชุดจากช่อง OUTPUT-B ไปใช้งานตามต้องการใช้จะปรับแต่งจาก

V1 (GAIN-) วอลลุ่มปรับขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้า

V2 (GAIN+) วอลลุ่มปรับละเอียดสัญญาณคลื่นไฟฟ้า

V3 (V_{p-p} A) วอลลุ่มปรับแรงดันไฟฟ้า (VOLTS)

S6 เป็นซีเล็กเตอร์สวิตช์ชนิดบิดเลื่อนเพื่อเลือกความแรงของสัญญาณของ

ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้ามาใช้งาน $\times 1$ $\times 10$ และ $\times 100$

S7 (WAVEFORM) ซีเล็กเตอร์สวิตช์ชนิดบิดเลื่อน 3 ระดับ เพื่อเลือกใช้รูป

สัญญาณคลื่นไซน์ สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยมจากชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

3. การใช้ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าและชุดขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

เพื่อให้แสดงผลทางจอภาพ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เปิดสวิตช์ S2 และ S3 ให้อยู่ในตำแหน่ง ON สังเกตแสงสว่างจากหลอดไฟ L1

และ L2

3.2 ผลักสวิตช์ S4 ขึ้นให้อยู่ในตำแหน่ง OFF

3.3 การปรับแต่งสัญญาณที่นำไปใช้ จะปรับแต่งจาก

V1 (GAIN-) วอลลุ่มปรับขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้า

V2 (GAIN+) วอลลุ่มปรับละเอียดสัญญาณคลื่นไฟฟ้า

V3 (V_{p-p} A) วอลลุ่มปรับแรงดันไฟฟ้า (VOLTS)

V4 (V_{p-p} B) วอลลุ่มปรับแรงดันไฟฟ้า (VOLTS) ที่มีกำลังขยายของ

สัญญาณคลื่นไฟฟ้ามากกว่า V3 (V_{p-p} A)

S6 เป็นซีเล็กเตอร์สวิตช์ชนิดบิดเลื่อนเพื่อเลือกความแรงของสัญญาณของ

ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้ามาใช้งาน $\times 1$ $\times 10$ และ $\times 100$

S7 (WAVEFORM) ซีเล็คเตอร์สวิตช์ชนิดบิดเลื่อน 3 ระดับ เพื่อเลือกใช้รูปสัญญาณคลื่นขายนี สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยมจากชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า

4. การป้อนเข้าสัญญาณจากภายนอก

การป้อนสัญญาณทางไฟฟ้าจากภายนอก เข้าทางช่องเข้า (Input) ของเครื่อง เช่น คลื่นเสียงจากเครื่องขยายเสียง เทปคลาส เซท กระแสตรง กระแสสลับ เป็นต้น เพื่อดูรูปสัญญาณของคลื่นนั้นๆ ทำได้ดังนี้

4.1 ต่อสายสัญญาณนำเข้า ทางช่อง INPUT-A หรือ INPUT-B

4.2 ต่อสายสัญญาณออกไปจอภาพ ทางช่อง OUTPUT-A

เลือกช่องสัญญาณออกที่จะให้ไปแสดงผลทางจอภาพ โดยการเลื่อนสวิตช์ S5

หมายเหตุ

1. ทุกครั้งที่ใช้เครื่องและต้องการการแสดงผลทางจอภาพจะต้องทำการเปิดสวิตช์(S1) ที่จอภาพด้วย
2. สามารถปรับความคมชัดของสัญญาณได้โดยใช้วอลุ่มหมายเลข 5 และ 6 ของจอภาพ
3. ปรับสัญญาณคลื่นให้นิ่งโดยใช้ V1(GAIN -) และ V2(GAIN+) หากไม่ได้ผลให้ใช้ ซีเล็คเตอร์สวิตช์ หมายเลข 2 ของจอภาพช่วยได้

ข้อควรระวัง

1. ก่อนใช้ต้องมั่นใจว่าตัวเครื่องและอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ อยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมใช้งาน
2. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมาอย่างถูกต้องแล้ว
3. ปรับตำแหน่งของอุปกรณ์(Function) ถูกต้องแล้ว
4. ไม่นำเครื่องมือไปใช้ผิดคุณสมบัติและความสามารถของเครื่อง
5. วางตำแหน่งเครื่องในที่ที่เหมาะสม ในขณะที่ใช้งาน
6. เนื่องจากเครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าควรคำนึงไว้เสมอว่า “ปลอดภัยไว้ก่อน”

การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเครื่องให้ใช้ได้อย่างปลอดภัยและทนทานควรปฏิบัติดังนี้

1. ควรเก็บเครื่องมือไว้ในที่ที่ไม่มีฝุ่นละออง และความชื้น
2. การเคลื่อนย้ายเครื่องมือต้องทำด้วยความระมัดระวัง
3. ควรตรวจสอบสภาพของเครื่องมือก่อนใช้และหลังการใช้ทุกครั้ง
4. ทำการตรวจสอบทันทีเมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย
5. การตรวจสอบต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเครื่องมือ

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายธนพรพรหม เหมเชื้อ

เกิดวันที่ 7 ตุลาคม พุทธศักราช 2500

สถานที่เกิด 36 หมู่ 5 ต.ไทรน้อย อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 36 หมู่ 5 ต.ไทรน้อย อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี

สถานที่ทำงาน โรงเรียนไทรน้อย อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี

ประวัติการศึกษา

- | | |
|-----------|---|
| พ.ศ. 2519 | ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นต้น (ป.กศ.ต้น) วิทยาลัยครูเพชรบุรี
วิทยาลัยการณ (ในพระบรมราชูปถัมภ์) จ.ปทุมธานี |
| พ.ศ. 2521 | ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ.สูง) วิทยาลัยครู
พระนคร บางเขน กรุงเทพมหานคร |
| พ.ศ. 2524 | การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พลศึกษา |
| พ.ศ. 2542 | การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพมหานคร |

การพัฒนาออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ เพื่อใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า
ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ
ของ
นางพรพรหม เหมเชื้อ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา
มีนาคม 2542

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยและพัฒนาอย่างง่าย มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ เพื่อใช้แสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า ประกอบการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน คือ การสร้างออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำและประเมินคุณภาพ ในการสร้างได้สร้างออสซิลโลสโคป จากโทรทัศน์ขาวดำขึ้นโดยมีอุปกรณ์หลัก 3 ชุดได้แก่ 1) ชุดผลิตสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า 2) ชุด ขยายสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้าและ 3) ชุดแสดงสัญญาณคลื่นทางไฟฟ้า(โทรทัศน์ขาวดำ) ในการ ประเมินคุณภาพได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทำการประเมินคุณลักษณะของ ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและด้านส่งเสริมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการประเมิน

ผลการวิจัยพบว่า ออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้น ใช้งบประมาณในการ จัดสร้างประมาณ 2,500 บาท คิดเป็นร้อยละ 17 ของราคาออสซิลโลสโคปที่มีจำหน่ายตาม ท้องตลาด และออสซิลโลสโคปจากโทรทัศน์ขาวดำที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณลักษณะด้านประสิทธิภาพ และด้านส่งเสริมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

A DEVELOPMENT OF OSCILLOSCOPE FROM BLACK AND WHITE TELEVISION
FOR DISPLAYING WAVEFORM TO PROVIDE A SUPPLEMENT TO SCIENCE TEACHING
AT THE UPPER SECONDARY EDUCATION LEVEL

AN ABSTRACT
BY
TANAPAT HEMCHUA

Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master
of Education degree in Education Technology
at Srinakharinwirot University
March 1999

This study, a basic type of research and development, was attempted to develop and investigate the effectiveness of the oscilloscope developed from the black and white television for educational use in teaching high school science on the Waveform topics. It was accomplished through two stages of operation; construction of the oscilloscope from the black and white television composing of three fundamental sets of equipment: 1) function generator, 2) amplifier and 3) monitor screen. The oscilloscope developed was assessed by electricity and electronics experts on two aspects; effectiveness and science learning promotion, utilizing the researcher – constructed checklists.

The findings revealed that the developed oscilloscope was a low – cost instrument with approximate investment of 2500 baht or about 17 – 18 % of general market price. It also met its quality requirements both on effectiveness and science learning promotion at the level higher than the criteria set.